8. Beiträge zur Kenntniss des Unteren Muschelkalks bei Jena.

Von Herrn Edmund Liebetrau in Gotha.

Die Umgegend Jena's ist vornehmlich von Muschelkalk beherrscht. Obgleich das Gebiet des Muschelkalks von zahlreichen und tiefen Thälern durchschnitten ist, erschwert die steile Böschung derselben eine eingehende Untersuchung ungemein. Dies gilt besonders vom Unteren Muschelkalk. Er ist durch das Werk der Naturkräfte vorzüglich aufgeschlossen worden, im Hauptthal der Saale selbst allerdings nur lückenhaft, da der durch ihn gebildete Steilabsturz, welcher in mehrere secundäre Glieder sich auflöst, hindernd entgegensteht. In den kleinen Nebenthälchen gestatten die Verhältnisse eine weit bessere Untersuchung; in hervorragender Weise gilt dies vom Rosenthal bei Zwätzen, aus welchem durch R. Wagner[1]) ein umfassendes Profil durch den Unteren Muschelkalk bekannt geworden ist.

Hauptsächlich wirken beim Aufbau des Unteren Muschelkalks Kalksteine, untergeordnet nur Mergel mit. Eine mikroskopisch-petrographische Untersuchung von sedimentären Gesteinen, namentlich von Kalksteinen, hat bedeutende Schwierigkeiten zu überwinden und scheint von vorn herein wenig zu versprechen. Darum geht man schon mit einem gewissen Zaudern hinzu. In den letzten Jahren hat sich aber auch dem Studium dieser Kategorie von Gesteinen die Aufmerksamkeit zugewendet. Schon frühere Arbeiten[2]) haben gelehrt, wie man bei dem Studium von Kalksteinen vorzugehen hat. Neuerdings sind weitere Fortschritte zu verzeichnen. J. G. Bornemann[3]) hat durch seine Arbeit, welche

---

[1]) R. Wagner. Die Formationen des Buntsandsteins und des Muschelkalks bei Jena, 1887. Progr. d. Ackerbauschule in Zwätzen.

[2]) H. Loretz. Untersuchungen über Kalk und Dolomit. Diese Zeitschr., 1878, XXX; 1879, XXXI. — H. O. Lang. Ueber Sedimentär-Gesteine aus der Umgegend von Göttingen. Ibidem, 1881, XXXIII. — Fr. Pfaff. Einiges über Kalksteine und Dolomite. Sitzungsber. d. Münch. Akad. d. Wiss., 1882, IV.

[3]) J. G. Bornemann. Beiträge zur Kenntniss des Muschelkalks, insbesondere der Schichtenfolge und der Gesteine des Unteren Muschelkalks in Thüringen. Jahrb. d. k. pr. geol. Landesanst. für 1885.

ein zusammenhängendes Profil am Hörselberg zum Gegenstand genommen hat, den directen Anlass gegeben, die von ihm angewandte Untersuchungsmethode auf die durch das Profil im Rosenthal zugänglich gewordenen Gesteine auszudehnen.

Ursprünglich war eine genaue Untersuchung der conglomeratischen Kalksteine geplant. Deren unvermitteltes Auftreten legte es nahe, auch die übrigen Gesteine des Unteren Muschelkalks in den Bereich der Untersuchung, von welcher nur die Schaumkalke ausgeschlossen wurden, zu ziehen. Das Material bestand aus ca. 250 Schliffen, darunter besonders von solchen Gesteinen, die vermuthlich als Conglomerate sich ausweisen würden (auch von anderen Orten der Umgebung Jena's). und dann von den makroskopisch dichten Wellenkalken. Auf die krystallinen, an organischen Resten reichen Bänke wurde weniger Gewicht gelegt, da sie mikroskopisch nicht so gut einen Einblick in ihre Entstehungsgeschichte zu versprechen scheinen und secundäre Umwandlung bedingenden Einflüssen zugänglicher gewesen sind als die dichten, fast fossilfreien Wellenkalke. Immerhin sind sie bei der Untersuchung nicht übergangen worden. Die Schliffe sind sowohl parallel als senkrecht zur Ebene der Schichtung, um etwa vorhandene Structurmodalitäten der Beobachtung nicht entgehen zu lassen, gelegt. Um Aufschluss über die Verbreitung von accessorischen Mineralien zu erlangen, wurden etwa 70 nach bekannter Methode hergestellte Isolirungspräparate dem mikroskopischen Studium unterworfen. Das Material darf als hinreichend gelten, um einen Schluss nach der Richtung, wie man die Entstehung der Kalksteine des Unteren Muschelkalks sich zu denken hat, zu ermöglichen. Zunächst sollen die an der Zusammensetzung der Kalksteine theilnehmenden Mineralien eine Darstellung erfahren. An diese mögen sich die Kalksteine als Ganzes reihen. Zum Schluss werden noch einige theoretische Betrachtungen angeknüpft.

A. Mineral-Elemente, welche die Kalksteine des Unteren Muschelkalks zusammensetzen.

I. Der Calcit.

Den grössten Antheil am Aufbau der Kalksteine nimmt natürlich der kohlensaure Kalk als Calcit. In weitaus den meisten Fällen bildet er Körner, welche recht zweifelhafte Formen besitzen, die weder gerundet noch eckig scheinen; es fehlt ihnen eine bestimmte Contour, da augenscheinlich jedes Korn von dem benachbarten in seiner Formbildung behindert worden ist, woher es denn auch rührt, dass die Formen ihrer Berührungsflächen

eine bestimmte Definition erschweren. Vielfach greifen die Calcite in einander ein; es fehlt eine Mörtelstructur. Neben den so charakterisirten Körnern spielen noch späthige Individuen ohne äussere Krystallumgrenzung und solche Calcite mit geradlinigen, auf krystallographischer Ausbildung beruhenden Begrenzungs-Elementen in gewissen Kalksteinbänken der „untersten ebenen Kalkschiefer“ und nicht minder in an organischen Resten reichen Kalksteinen eine Rolle. In der letzten Modification zeigt er meist rhombische und dreiseitige Durchschnitte, welche den Gedanken, die Krystallform sei das Grundrhomboëder, nahe legen; es finden sich auch Schnitte, deren Umgrenzung angenähert auf Skalenoëder hinweisen. Mit Bestimmtheit kann das Vorhandensein dieser Krystallgestalt nicht behauptet werden.

Nur selten sind die Calcite mit einer eigenen, schwach gelblichen Färbung behaftet, welche auf einem Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul zu beruhen scheint und nur bei grösseren Individuen aufzutreten pflegt. Dass sie mit einem Gehalt an Eisen zusammenhängt, äussert sich in dem Bestreben, Eisenoxydhydrat auf den Spaltrissen und Begrenzungsflächen abzuscheiden, sodass solche Individuen oft von gelben Krusten bedeckt sind. In anderen Fällen hat die gelbliche Farbe ihren Grund in reichlich eingeschlossener staubartiger, thoniger Materie. Von diesen Ausnahmen abgesehen eignet dem Calcit Farblosigkeit, die verbunden ist mit einer entschiedenen Klarheit.

Zwillingslamellirung, welche so bezeichnend für den Calcit ist, findet sich nur bei den späthigen Calciten und scheint den hauptsächlich die dichten Kalksteine bildenden kleinen Calcitkörnern zu mangeln. Merkwürdiger Weise fehlt sie auch den gefärbten Calciten, welche Krystallgestalt besitzen, gänzlich, selbst wenn ihre Grösse eine bedeutende ist. Jedenfalls besteht eine Beziehung zwischen ihrer chemischen Zusammensetzung und dem Fehlen der Zwillingsbildung. Wo die Lamellen in den späthigen Individuen, wie sie namentlich die organischen Reste aufbauen, vorhanden sind, treten sie in grosser Zahl auf und verbreiten sich über das ganze Individuum; bis 100 und mehr Lamellen neben einander setzen bald ununterbrochen fort, bald brechen sie unvermittelt ab, um nach kurzer Störung wieder zu erscheinen. Letzteres tritt namentlich dann ein, wenn die Verzwillingung nach zwei Flächen von $-\frac{1}{2}$ R statt hat. Wenn es auch als sicher gelten darf, dass die Verzwillingung oft als Folge der vorgenommenen Schleifoperation aufzufassen ist, so giebt es doch Fälle, aus denen ein unzweifelhaft primäres Dasein derselben gefolgert werden darf, und zwar dann, wenn die Lamellen Defor-

mationen aufweisen, die andeuten, dass das Gestein Druckwirkungen irgend welcher Art ausgesetzt war.

Nicht minder charakteristisch für den Calcit ist seine Spaltbarkeit, welche sich in ein, zwei oder drei sich kreuzenden Systemen von gleich scharfen Spaltrissen offenbart. Sie ist aber in hohem Maasse ausgeprägt nur bei den grobkrystallinen Calciten ohne erkennbare Krystallbegrenzung, während bei den krystallographisch begrenzten sie sich nur in sehr wenigen Rissen äussert oder auch ganz fehlt. Den an dem Aufbau der Kalksteine am meisten theilnehmenden Körnern geht eine regelmässige Spaltbarkeit ab; manchmal besitzen sie Risse, welche, von einer im Centrum liegenden grösseren Interposition ihren Anfang nehmend, nach dem Rande zu divergiren.

Interpositionen sind sehr allgemein vorhanden. Flüssigkeitseinschlüsse finden sich oft. Die dunklen eingeschlossenen Partikel gehören z. Th. zum Ferrit[1]), z. Th. zum Eisenkies oder Magnetit. Ihre Winzigkeit erlaubt nicht, sie näher zu charakterisiren, man mag sie daher kurzweg als opakes Erz aufführen. Ausserdem ist noch jene als wolkige Trübung erscheinende staubartige Materie, welche, wie berichtet, färbend wirken kann, zu nennen. Sie ist vorzugsweise an die späthigen Calcite gebunden, während die normal ausgebildeten Körner das opake Erz zu umschliessen pflegen. Selbst strichförmige, langgezogene Einschliesslinge kommen, wenn auch selten, vor. Wichtig aber ist, dass die späthigen Calcite, welche aus Aggregaten von Calcitkörnern hervorgegangen oder durch spätere Infiltration entstanden sind, Körner oder auch Kryställchen anders orientirten Calcites umhüllen. In den meisten Fällen, abgesehen von den Flüssigkeitseinschlüssen und den krystallisirten (z. B. Eisenkies), lässt sich nur vermuthungsweise die Natur der Interpositionen feststellen. Sie lieben eben äusserst geringe Grössen.

Dass Umlagerungsvorgänge in der Calcitsubstanz stattgefunden haben, bezeugen die Ausscheidungen von Ferrit und Thon, der früher als Bindemittel der einzelnen zu einem Ganzen vereinten Körner fungirte, aus dem Calcit. Ob in einzelnen Individuen, besonders in den krystallographisch begrenzten, gegenüber den anderen Körnern eine Anreicherung von kohlensaurer Magnesia eingetreten ist, lässt sich mikroskopisch nicht erkennen und wohl auch chemisch nicht nachweisen. Jene secundär durch Umlagerung hervorgegangenen Calcite sind weit ärmer an Interpositionen als die übrigen Calcite. Wenn die Wanderung der

---

[1]) E. Kalkowsky. Elemente der Lithologie, p. 35.

festen Einschlüsse nach der Oberfläche oder den Spaltrissen unterblieben ist, so haben sie meist eine Abhängigkeit von einem Attractionscentrum besessen. Die attractorischen Kräfte haben die verstreuten Interpositionen dann zu einem Aggregat vereinigt. Die secundär entstandenen „Paramorphosen nach Aggregaten von Calcitkörnern“ lassen zahlreiche Zwischenstadien erkennen. Der Process verläuft derart, dass auftreten:

1. Aggregate, die sich nur durch hellere Farbe von der übrigen Gesteinsmasse unterscheiden, und deren Calcitkörner noch normale Grösse besitzen;

2. diese Aggregate werden von Ferrit umlagert; die sie zusammensetzenden Körner aber sind von übernormaler Grösse, zu einem optisch einheitlich orientirten Calcitindividuum nicht vereint;

3. das Aggregat steht um zu einem optisch einheitlich orientirten Individuum (ist nicht unumgänglich nothwendig), zeigt aber noch den braun-gelben Ferritrand;

4. der Process vollzieht sich, indem auch der Ferritrand verschwindet.

Meist stehen diese Paramorphosen innerhalb einer Schicht auf derselben Stufe der Entwicklung.

2. Der Coelestin.

Aus dem Unteren Muschelkalk unserer Gegend ist der Coelestin schon lange bekannt und beschrieben[1]). Es sind das vornehmlich die sich auskeilenden Lagergänge und Nester aus den „untersten ebenen Kalkschiefern“, die früher abgebaut wurden. Nach dem Vorkommen von Coelestin hat diese unterste Abtheilung des Unteren Muschelkalks den Namen „Coelestinschichten“ erhalten. Ausserdem wird aus einigen anderen Horizonten, so auch von R. Wagner, l. c., p. 17, späthiger Coelestin angegeben. Bei den an Dünnschliffen vorgenommenen Untersuchungen ergab sich, dass in manchen Niveaux die Muschelschalen aus einer Substanz bestanden, die sich optisch mit dem Calcit nicht identificiren liess, trotz ihrer ausgezeichneten Spaltbarkeit. Es lag nahe, da mehrfach in der geologischen Literatur[2]) des Coelestins als Fossilificationsmittels gedacht worden ist, diesen zu

---

[1]) E. E. Schmid und M. J. Schleiden. Die geognost. Verhältnisse des Saalthales bei Jena, 1846, p. 17—19. — E. E. Schmid, Pogg. Annal., 1867, p. 637. — Derselbe: Der Muschelkalk des östl. Thüringens, 1876, p. 4.

[2]) Blum. Die Pseudomorphosen des Mineralreichs; Qufnstedt, Württemberg. Jahreshefte, 1867.

vermuthen. Zunächst an Schliffen des bei Wogau massenhaft vorgekommenen Coelestins angestellte mikroskopische Untersuchungen lehrten beider Identität. Dann zeigte sich, da jene Substanz in den zur Behandlung mit THOULET'scher Flüssigkeit hergestellten Lösungsrückständen nach dieser Operation sich in den niedergesunkenen Theilen vorfand, wie ihr specifisches Gewicht ein bedeutendes sei. Löthrohrversuche bestätigten die Annahme vollauf.

Die weite Verbreitung des Coelestins im Unteren Muschelkalk bei Jena, abgesehen von jenem massenhaften Vorkommen, lässt vermuthen, dass derselbe auch in den Kalkgesteinen anderer Gegenden und Formationen, wie durch H. THÜRACH[1]) für die Würzburger Trias schon gilt, eine wenn auch nicht so bedeutende Rolle wie hier spielt. Wie Lösungsrückstände zeigen, begegnet man ihm durch das ganze Schichtensystem des Unteren Muschelkalks hindurch. Eine Charakteristik, wie sie sich im Schliff bietet, scheint deswegen nicht unnütz zu sein.

An makroskopischen Krystallen sind Spaltrisse beobachtet nach 0P und ∞ P, die erste Spaltbarkeit in besserer Ausprägung. Mehrfach angestellte Messungen an isolirten Spaltungsstücken ergaben annähernd den für ∞ P erforderlichen Spaltungswinkel von 104°. Im mikroskopischen Bild treten diese Risse gegen jene nach 0P an Schärfe zurück. Sie sind unregelmässiger, setzen mitunter ab, um weiter seitlich sich fortzusetzen, und sind oft unterbrochen. Dieser Unterschied in der Schärfe der Spaltung nach den beiden Flächen, sowie das öftere Vorkommen von senkrecht auf einander stehenden Risssystemen macht ihn vor dem Calcit kenntlich.

Meist ist der Coelestin im Dünnschliff ungefärbt, weist aber mitunter ganz zarte bläuliche und auch gelbliche Farbentöne auf. In Folge eines nicht unbedeutenden Lichtbrechungsvermögens tritt er ziemlich deutlich reliefartig aus der Schlifffläche hervor, dem Auge eine schuppige Oberfläche bietend. Seine Doppeltbrechung ist nicht stark, daher die Interferenzfarben nicht hoch; die scharfen Farben niederer Ordnung geben sich also erst in etwas dickeren Schliffen zu erkennen; in dünnen Schliffen bewegen sich die Farben zwischen einem matten, milchigen Blau und einem schwachen Gelb.

Pleochroismus ist meist nicht nachweisbar, oder, wenn er zum Vorschein kommt, nur äusserst schwach.

An Einschlüssen beherbergt der Coelestin z. Th. recht grosse

---

[1]) H. THÜRACH. Ueber das Vorkommen mikrosk. Zirkone und Titanmineralien in den Gesteinen. Verhandl. d. physic.-medicin. Ges. in Würzburg, 1884, No. 10.

Flüssigkeitseinschlüsse, deren Anordnung in Reihen oder nach Flächen sehr an diejenige bei Granit-Quarzen erinnert. Selbstredend finden sie sich auch ganz regellos vertheilt. Im faserigen Coelestin von Wogau verlaufen die langen Zeilen parallel, oder nahezu parallel der Faserung, also senkrecht zur Schichtung der Kalksteine, treten aber auch hier gruppenweise zusammengedrängt in die Erscheinung. An sonstigen Interpositionen nehmen eine bedeutende Stellung noch aus den Kalksteinen überkommene thonige Partikel ein, die nicht selten eine starke Trübung des Coelestins hervorrufen.

Soweit die Beobachtungen auf den Unteren Muschelkalk sich erstrecken, knüpft sich das Vorkommen des Coelestins, wie das z. Th. auch von anderen Orten bekannt ist, vorwiegend an Schichten, die fossilführend sind. Wenn dies auch nicht in ausschliesslicher Weise der Fall ist, so darf man wohl das geringe Auftreten des Coelestins im Wellenkalk als eine Folge des Mangels an organischen Resten auffassen. Wo er in fossilfreien Schichten auftritt, bildet er nur wenige Trümerchen und kleine lenticuläre Massen, die wohl Ausfüllungen früherer Hohlräume sind. Es bleibt noch zu betonen, dass vorwiegend Gastropoden- und neben ihnen, aber untergeordnet Lamellibranchiaten-Schalen das Vermögen besessen haben, ihre ursprüngliche Schalensubstanz durch Coelestin zu ersetzen. Sie wirkten auf den in den Sickerwässern gelösten und mit diesen im Gestein circulirenden Coelestin anziehend. Brachiopoden und die anderen organischen Reste scheinen einen solchen Einfluss durchaus nicht geübt zu haben. Man möchte diese Thatsache in Zusammenhang setzen mit dem Bau der Schale, mit der Natur der Schalensubstanz der umgewandelten Fossilien. Die Schalen der Gastropoden, sowie die gewisser Lamellibranchiaten bestehen aus der rhombischen Ausbildungsform des kohlensauren Kalks, dem Aragonit, welcher seiner leichteren Löslichkeit wegen viel eher einem Ersatz durch Coelestin geneigt scheint als der Calcit der Brachiopodenschalen. Bei der Lösung des Gesteins in Salzsäure bleiben manchmal sehr zierliche, leicht zerbrechliche Skelette der Harttheile von Gastropoden zurück. Die ganze Art des Vorkommens von Coelestin, zumeist beschränkt auf die organischen Reste und dann auch auf Drusen und Trümer, thut seine secundäre, durch wässerige Lösungen vermittelte Bildung dar.

3. Der Eisenkies.

An den Coelestin schliesst sich der Eisenkies an, der weniger wegen seines häufigen, z. Th. allerdings so reichlichen Auf-

tretens, dass er eine bläuliche Färbung der Kalksteine hervorzurufen vermag, Erwähnung finden soll, sondern vornehmlich, weil er als Fossilificationsmittel eng verknüpft mit den organischen Resten vorkommt.

In Einzelkrystallen kommt er in den Kalksteinen selbst nur selten vor. Auf grossen Kalkspathkrystallen, die sich in Klüften des Terebratel-Kalkes am Schneckenberg bei Jena abgeschieden haben, bildet er äusserst zierliche Kryställchen (0,01—0,15 mm), unter denen Würfel und $\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$ vorwiegen, oft zu prächtigen Gruppen an einander gereiht. Zumeist lagert er, namentlich in der Umwandlung zum Opfer gefallenen Niveaux, als runde Zusammenballungen, die sich bei Untersuchung im auffallenden Lichte als Aggregate von Krystallen erweisen, zwischen den Calcitkörnern, oft mit einem gelben Oxydationshof umgeben. Primär scheinen die winzigen, für Eisenkies gehaltenen Interpositionen in den Calcitkörnern der gleichkörnigen (isomeren) Kalksteine zu sein, während jene kugeligen Anhäufungen secundären Ursprungs sind wie auch derjenige Eisenkies, der die Kammern von Foraminiferen *(Cornuspira*-ähnliche Formen, *Ammodiscus, Trochamina, Nodosaria)* erfüllt. In den Lösungsrückständen mancher Schichten spielen die Negativformen der Foraminiferen keine unbedeutende Rolle. Die Entstehung des Eisenkieses hängt eng mit den organischen Resten zusammen. Durch bei der Moderung der umschlossenen Organismen eingeleitete Prozesse wurde die Reduction der vorhandenen Eisensulfate zu Eisenkies bewirkt. Wir sehen deshalb gerade auf den Aussenrändern von Schalen Anreicherungen von schwarzen Eisenkieskörnchen recht häufig. Nachdem diesen reducirenden Wirkungen in Folge der gänzlichen Aufzehrung der organischen Materie ein Ziel gesetzt war, fand wieder eine Oxydation des entstandenen Eisenkieses statt, weshalb wir gelben Höfen von Eisenoxydhydrat um die Pyritansiedelungen begegnen; die Oxydation ist oft so weit vorgeschritten, dass der Eisenkies vollkommen wieder verschwunden ist.

4. Die thonige Substanz.

Zwischen den Contactflächen der Calcitkörner, diese förmlich bestäubend, findet sich ein thoniges Zersetzungsproduct ausgestreut, dessen Auftreten in feinst vertheiltem Zustande oder als kleine Anhäufungen im Gestein für charakteristisch zu gelten hat. Das Endproduct der Zersetzung eines einzigen Thonerde haltenden Minerals scheint es nicht zu sein. Die Rückstände nach Lösen von Gesteinsstücken in Salzsäure besitzen verschiedene Farben, die

einen haben eine mehr roth-braune, die anderen eine graue, manche eine grünliche Farbe. Ferner geben sie zu erkennen, dass das thonige Element in sehr wechselnder Menge zugegen ist, bald nur einen geringen Theil des Gesteins ausmachend, bald aber auch in hohem Maasse dasselbe aufbauen helfend. Am reichsten an ihm sind natürlich die Mergel, am ärmsten die fast rein organogenen Bildungen, wenn diese auch manchmal nicht unbeträchtliche Mengen davon enthalten. Eine continuirliche Abnahme nach einer bestimmten Richtung hin, z. B. von unten nach oben, überhaupt eine Gesetzmässigkeit in ihrem Auftreten lässt sich nicht constatiren. Die Beziehungen zu den Calcitkörnern geringster Dimensionen geben der Annahme Raum, dass die zwischen ihnen liegenden feinen Partikelchen als solche zum Absatz gelangt, also klastischen Ursprungs sind, wenn man bedenkt, wie schwer in chemischer Hinsicht der Thon beweglich ist. So ist z. Th. die thonige Substanz wegen ihrer Ortsbeständigkeit von den durch Umlagerung geschaffenen späthigen Calciten umschlossen worden, in denen sie dann als trübende Materie erscheint. Auch in situ ist sie, wie Reste von Glimmern und Feldspathen darthun, aus praeexistirenden Mineralien entstanden. In derselben Schicht kann der Thon local sich anhäufen; z. Th. ist durch ihn die Flaserung der Wellenkalke bedingt, indem sich thonreiche Schmitzen in die Wellenkalkmasse einschieben. Die makroskopischen Absonderungs-Phänomene beruhen sicher hierauf, mikroskopisch scheint in manchen Fällen für die Flaserung die gleiche Ursache vorhanden zu sein.

Bei schmutzig gelber Farbe ist die thonige Substanz ohne Individualisation. Ihre optische Untersuchung begegnet unüberwindlichen Schwierigkeiten, die begründet sind in der Entstehung derselben; sie hat von vorn herein wenig Aussicht auf nennenswerthe Resultate, da die thonige Materie kaum chemisch einheitlich constituirt ist; wie die Urmineralien, aus denen sie hervorgegangen ist, verschiedene waren, so wird auch ihre Zusammensetzung dem entsprechend eine wechselnde sein. Meist wird sie wohl aus Feldspathen abzuleiten sein.

5. Der Quarz.

Allgemeinste Verbreitung kommt dem Quarze zu. Er ist überall, wenn auch nur in wenigen Körnern, zugegen. Seine Formen sprechen für klastischen Ursprung; niemals nimmt er Krystallgestalt an, immer tritt er mehr oder weniger gerundet auf. Die Abreibung scheint bei grösseren Körnern erfolgreicher als bei Körnern geringerer Dimensionen thätig gewesen zu sein. Der

Habitus der Quarze nähert sich dem der Granitquarze ungemein. Wasserklare und jeder Interposition baare finden sich neben stark getrübten, von langen Zeilen von Flüssigkeitseinschlüssen durchzogenen Körnern, randlich vielfach von Eisenoxydhydrat, welches in manchen Fällen auch im Innern Platz greift, umsäumt. Die Färbung durch dieses Zersetzungsproduct nimmt die Reihen der Flüssigkeitseinschlüsse zum Vorwurf, sodass längs derselben eine stärkere Färbung oder Trübung zum Vorschein kommt. Neben den Kriterien, wie sie Granit-Quarzen zukommen, finden sich keine, aus denen Abstammung der Quarze von nicht granitischen oder Granit-ähnlichen Gesteinen mit Sicherheit gefolgert werden könnte, obwohl es kaum wahrscheinlich sein dürfte, dass granitische Massen allein von den erosiven Vorgängen, welche das die Kalksteine bildende Material zum Absatz im Meere vorbereiteten, ergriffen worden seien. So viel Sorgfalt auch angewendet wurde, das Suchen nach weiteren Interpositionen in den Quarzen war nicht von Erfolg begleitet.

6. Die Glimmer.

Die Glimmer verdienen eine eingehendere Besprechung:

a. weil sie in so bedeutendem Maasse und mehr als die übrigen Accessoria am Aufbau der Kalksteine sich betheiligen, manchmal derart, dass sie als wesentliche Gemengtheile gelten dürfen, und

b. wegen der Zersetzungsphänomene, welche an den isolirten Glimmerblättchen sich vorzüglich studiren lassen.

Krystallographisch begrenzt treten die Glimmer nie in die Erscheinung, sie sind unregelmässig gestaltete, mehrfach zerlappte, aufgeblätterte Tafeln, die, im Schliff beobachtet, öfter mechanische Deformationen aufweisen. Sie gehören weder vorwiegend der Biotitreihe, noch vorwiegend der Muscovitreihe an, beide Glimmer betheiligen sich gleichmässig am Aufbau. Die Farbenunterschiede bei den dunklen Glimmern sind sehr frappant: braun, roth, asch-grau, grau-grün, grün etc. Es herrschen vor die braunen, grünen und weissen Glimmer. Je dunkler im Allgemeinen ihre Farbe, desto höher der Pleochroismus. Diese zahlreichen Farbennüancen sind zurückzuführen auf Bleicherscheinungen[1]). Denn auf der einen Seite treten Glimmer auf, die randlich heller als im centralen Theil gefärbt sind; auf der anderen Seite

[1]) Dieselben sind auch bei Glimmern aus Graniten bekannt. Vergl. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, II. Aufl., p. 26.

sind mit den helleren Farben meist Spaltungserscheinungen in chemischer Hinsicht verbunden, welche die Substanz der Glimmer erlitten hat. Es darf deshalb als bestimmt gelten, dass zwar ein Theil der weissen Glimmer, vielleicht auch der grünen, die ursprünglichen Farben zeigt, sicher darf aber auch behauptet werden, dass ein anderer Theil der genannten durch Bleichung aus dunklem Glimmer hervorgegangen ist. Die Bleichung hat namentlich ihre Ursache in der Fortführung des Eisens, welches den Farben bedingenden Theil darstellt. In Schliffen, in denen Biotit reichlicher vertreten ist, lässt sich feststellen, wie der Eisengehalt sich in Form von Eisenoxydhydrat, auch wohl als Eisenkies in der Nähe heller Glimmer ansammelt, ein Zeichen, dass beide Erscheinungen in einem ursächlichen Verhältnisse stehen. Nicht immer wird das Eisen aber aus dem Glimmer ausgestossen. Chemisch zwar tritt es ausser Verband mit demselben, mechanisch bleibt es ihm noch beigemengt, indem es innerhalb des Glimmers auf Rissen und Spältchen in Form opaker Körnchen (als Magnetit oder Eisenkies?) sich ansiedelt.

Ausser Eisenverbindungen kommen bei der Bleichung noch andere Spaltungsproducte zum Vorschein. Sie erfüllen die Blättchen mitunter vollständig. Auf sie lässt sich dieselbe Beschreibung anwenden, wie sie Kalkowsky[1]) von Glimmern aus der Glimmerschiefer-Formation gegeben hat. Bald scheinen diese als Interpositionen ausgebildeten Umlagerungsproducte bestimmten Gesetzen unterworfen, bald strahlen sie als divergente Büschel von einem Punkte aus, bald durchschwärmen sie in unregelmässigster Weise den Glimmer, oft wie ein Filz denselben erfüllend. Ihre Rutil-Natur steht wohl ausser Zweifel; auf diese deutet die z. Th. regelmässige Verwachsung der Nadeln, ihre mitunter zu erkennende gelbliche Farbe, wenn sie greifbare Gestalt annehmen, und dann die Erwägung, dass die meisten Glimmer geringe Mengen Titansäure aufzuweisen haben. In den grünen Glimmern sind diese starren, gelblichen Nadeln am zahlreichsten, den dunklen fehlen sie fast ganz, den hellen sind sie oft eingestreut. Dass die Ausscheidung dieser Rutilmikrolithen nicht gleichmässig sich bei allen Glimmern vollzieht, wird wohl bestimmt durch die verschiedene chemische Zusammensetzung der Glimmer. Sobald die Bleichung vollendet ist und die mit derselben correspondirenden Erscheinungen eingetreten sind, scheint eine gewisse Stabilität in der Zusammensetzung sich geltend zu machen. An den hellen Glimmern sind Zersetzungsphänomene nicht zu erkennen, da deren

---

[1]) E. Kalkowsky. Das Glimmerschiefergebiet von Zschopau im sächsischen Erzgebirge. Diese Zeitschr., 1876.

chemische Zerlegung durch die Atmosphärilien und Sickerwässer nur schwer erreicht wird.

Die Umwandlung der dunklen Glimmer macht sich noch nach einer anderen Richtung geltend. Der Vorgang lässt sich weniger gut als der vorige verfolgen. Der Anfang der Zersetzung äussert sich in einer Trübung, in deren Gefolge zugleich jene Ausscheidung von Erzpartikelchen und Rutil vor sich geht. Nur dieser Anfang und das Endresultat der Zersetzung sind zu beobachten. Wenn sie vollendet ist, treten braun-gelbe thonige Massen entgegen, die ihre Abstammung von Glimmern dadurch verrathen, dass sie jene Interpositionen noch führen.

Dasselbe Product liefern auch die der Zersetzung anheimgefallenen Feldspathe, deren Mangel an Ausscheidungen und deren auch in verändertem Zustande oft erhalten gebliebene charakteristische Spaltbarkeit sie leicht von den aus Glimmern resultirenden thonigen Producten unterscheiden lässt. Die Feldspathe zeigen trotz ihres in manchen Horizonten nicht allzu sehr angegriffenen Zustandes nur die Spaltbarkeit. Ihre specielle Natur lässt sich näher nicht definiren, da sie ihrer unterscheidenden mikroskopischen Merkmale in Folge der wenn auch nur geringen chemischen Umsetzung verlustig gegangen sind. Manchmal glaubt man noch eine schattenhafte Zwillingslamellirung zu erkennen. Von Bedeutung scheint zu sein, dass in derselben Schicht oder Bank aller Feldspath im gleichen Verwitterungsstadium steht, wobei eine Beziehung zwischen der Höhe des Niveau der Bank und der Art der Zersetzung nicht zu bemerken ist. Es scheint dies darauf hinzudeuten, dass die Feldspathe erst im Gesteinsverbande energisch von den zersetzenden Processen angegriffen wurden. Da, wie gesagt, Glimmer und Feldspath in gleicher Weise umgewandelt sein können, muss in manchen Fällen unentschieden bleiben, ob als Ursubstanz der thonigen Rückstände der eine oder der andere anzunehmen sei.

Die unregelmässige, durch krystallographische Begrenzungselemente nicht bestimmte Gestalt, die Aufblätterung, der Parallelismus in der Anordnung der Glimmerblätter, wie er sich in den Schliffen zeigt, die Unfrische scheinen genügend, um auf den klastischen Ursprung der Glimmer hinzuweisen. Für die Herkunft der Glimmer aus bestimmten Gesteinen lässt sich nichts beibringen, schon deswegen, weil wir sie in den meisten Fällen in so hohem Grade zersetzt vor uns haben.

7. Die selteneren accessorischen Mineralien.

Namentlich Thürach (l. c.) hat festgestellt, dass gewisse Mineralien, unter ihnen Zirkon, Titanmineralien, Turmalin, in den

Kalkgesteinen in weiter Verbreitung vorkommen. Im vorliegenden Fall liessen im Schliff sich nur Quarz, Glimmer und Feldspathreste neben den vorher behandelten Mineralien nachweisen. Es schien daher geboten, den nach Lösung von Gesteinsstücken in Salzsäure verbliebenen Rückstand zu schlämmen und einer Behandlung mit Thoulet'scher Flüssigkeit zu unterwerfen. Die erzielten Resultate waren wider Erwarten gut.

Im Vordergrund des Interesses steht die isodimorphe Gruppe des Zirkons, sowie der Turmalin; diese Mineralien lassen eine weite und zugleich eigenthümliche, mit des Bildung der Kalksteine zusammenhängende Verbreitung erkennen, welche gewissen Gesetzmässigkeiten unterlegen ist.

a. Der Zirkon.

Der Zirkon ist das in unseren Kalksteinen am weitesten verbreitete Glied der nach ihm benannten Gruppe, in 43 von 55 Proben. In Gestalt sehr wechselnd tritt er bald vorwiegend in durch Abrollung stark gerundeten Körnern, bald in wohl krystallisirten Individuen auf. An letzteren finden sich als Gestalt gebende Flächen Prismen und Pyramiden, zu denen sich in seltensten Fällen auch die Basis zu gesellen scheint. Mit voller Sicherheit lässt sich die letzte Fläche nicht immer constatiren, da die in Betracht kommenden Zirkone Spuren der Abrollung an sich tragen. Zweifellos war nur in einem Fall in der Abstumpfung der Pyramidenpolecke ein krystallographisches Begrenzungselement zu erkennen. Zonarer Aufbau ist so häufig, dass er besonderer Betonung nicht bedarf. Die meisten Zirkone, ob Körner, ob Krystalle, sind wasserklar, wenige nur weisen schwach gelbe Farbentöne auf, mit welchen sich dann schwacher Dichroismus verbinden kann. Neben recht klar aussehenden Körnern erscheinen viele durchaus getrübt, mit welch' letzterer Eigenschaft sich Rissigkeit verbindet, indem die Trübung von auf den Rissen vor sich gegangenen chemischen Processen herrührt. Einschlüsse führen die Zirkone selten und nur dann, wenn ihre Grösse das normale Maass übersteigt. Aus Sandsteinen isolirte Körner zeigen recht oft Einschlüsse, da ihre Dimensionen bedeutende sind.

b. Der Rutil.

Gegen den Zirkon tritt an Menge der Rutil entschieden zurück, ist aber ein sehr verbreitetes Mineral, welches, wo Zirkon vorhanden ist, selten fehlt (in 39 von 55 Proben). Auch bei ihm kommen zwei Modificationen in der Gestalt und noch ausgeprägter als bei dem Zirkon vor. Die dicken, runden Körner, welche an

Grösse die übrigen accessorischen Gemengtheile weit überragen, erinnern an Vorkommen in Eklogiten, Amphiboliten [1]) und manchen Granuliten. Ihre Gestalt ist wohl häufiger eine primäre, wenn sie auch oft nachweislich durch Abrollung zu Stande gebracht wurde. Seltener eignet ihm eine wohl umgrenzte Krystallgestalt der gewöhnlichen Ausbildung. Zwillingsbildungen nach den beiden bekannten Gesetzen kommen vor, sind aber sehr selten. Formen, wie sie als Thonschiefer-Nädelchen „wie klein gehackte Haare" beschrieben sind, werden vermisst. Der Rutil zeigt, entsprechend seiner weiten Verbreitung und dem verschiedenen Auftreten in den einzelnen Gesteinen, sehr wechselnde Farben; die unregelmässig gestalteten Körner besitzen vorzugsweise roth-gelbe Farbe. Dunklere Farben, wie fuchs-roth, kaffee-braun, fast schwarz, beschränken sich ausschliesslich auf Individuen, die entweder Krystallgestalt besitzen oder deren lang gestreckte Form darauf deutet, dass gerollte Krystalle vorliegen. Im optischen Verhalten folgt er den bekannten Regeln. Die heller gefärbten unter ihnen haben oft einen merklichen Pleochroismus. Starkes Lichtbrechungsvermögen zeichnet alle Rutile aus. Einschlüsse kamen nie zur Beobachtung. Von Umwandlungserscheinungen, wie sie v. Lasaulx [2]) an makroskopischem Rutil kennen gelehrt hat, lässt sich nichts bemerken. „Altersschwäche" findet sich bei manchen Körnern nur darin ausgedrückt, dass sie stark rissig geworden sind und wie zerfressen aussehen. Dann kann leicht eine Verwechselung mit Zirkon eintreten, da gewöhnlich eine lichtere Färbung mit dieser Erscheinung verbunden ist. In einer anderen Beziehung lässt sich eine Aenderung nach der chemischen Seite hin u. d. M. nicht erkennen. Obwohl er als steter Begleiter des Zirkons meist gegen diesen zurücksteht, kehrt sich in manchen Horizonten dieses Verhältniss um, aber nur dann, wenn die Menge der accessorischen Mineralien überhaupt eine geringe ist. Gewisse Schichten entbehren ihn ganz, obwohl Zirkon gegenwärtig ist. Er ist allothigener Entstehung, da die abgerollten Krystalle einen Schluss im entgegengesetzten Sinne verbieten.

---

[1]) A. Sauer. Rutil als mikrosk. Gesteins-Gemengtheil. N. Jahrb. f. Min. etc., 1879. — Derselbe. Rutil als mikroskop. Gemengtheil in der Gneiss- und Glimmerschiefer-Formation, sowie als Thonschiefer-Nädelchen in der Phyllit-Formation. Ibidem., 1881. I.

[2]) A. v. Lasaulx. Ueber Mikrostructur, optisches Verhalten und Umwandlung des Rutil in Titaneisen. Zeitschr. f. Krystall. u. Miner., 1884 (VIII).

c. Der Anatas.

Der Anatas gehört schon zu den selteneren Mineralien. Er liess sich in etwa einem Dutzend von 55 untersuchten Proben nachweisen. Meist krystallographisch begrenzt ist er nach dem ersten Typus Thürach's (l. c.) gebildet. 0P bestimmt öfter die Gestalt als P, sodass man, je nachdem die einen oder die anderen Flächen vorwiegen, zwei Subtypen scheiden könnte. Selten nur vereinigen sich einige wenige Kryställchen zu Gruppen, gewöhnlich bildet jeder Krystall eine Einheit für sich. Die kleinsten beobachteten Krystalle maassen 0,02 mm. Neben wohl ausgebildeten Gestalten finden sich auch unregelmässige Bruchstücke von sehr kleinen Dimensionen. Neben dick umrandeten farblosen Tafeln treten noch gelbliche und schwach bläuliche Krystalle und Körner auf. Farblosigkeit oder blaue Färbung haftet nur den frischen Anatasen an, während mit der gelben Farbe Zersetzungserscheinungen sich einstellen, welche auch hier wieder namentlich in starker Rissigkeit und zerfressenem Aussehen gipfeln. Die von Thürach optisch gestellte Diagnose kann nur selten angewendet werden, da die Anatase sichtbar unter der letzt genannten Erscheinung gelitten haben. Es wurde daher lediglich die Krystallgestalt als leitendes Moment für die Bestimmung benutzt, wenn auch bei manchen der abgerollten Körner andere Mittel gegeben waren Es mag deshalb dahin gestellt sein, ob aller Anatas erkannt wurde. Vielleicht findet er sich in einer noch grösseren Anzahl der untersuchten Proben vor. Interpositionen fehlen dem Anatas. Der Entstehung nach sind wohl zwei Arten von Anatas anzunehmen. Die stark zerfressenen, wie die gerollten Körner, welche ein frisches Aussehen conservirt haben können, sind primär, allothigen, während von den wohl ausgebildeten frischen manche secundär, authigen entstanden sein mögen. Letztere Entstehung findet eine Stütze darin, dass die Krystalle zeigen, wie sie mit einer Fläche aufgewachsen waren, dadurch ihre Bildung auf Hohlräumen andeutend. Die grosse Menge trägt die Spuren der ersten Entstehung an sich. Die Zahl der in den einzelnen Proben vorhandenen Individuen ist eine sehr geringe, wenn die Verbreitung auch nicht grade so eng begrenzt ist.

d. Der Brookit.

Meist mit dem Anatas vergesellschaftet tritt der Brookit auf, in 9 von 55 Proben. Dieser ist unter dem Mikroskop weit besser als der Anatas zu erkennen. Schon meist vorhandene bedeutend grössere Gestalt ist hierfür günstiger. Weiter weist er mehr Frische auf. Die häufigste Form, in welcher er vorkommt, sind abgerundete Körner oder Bruchstücke von Krystallen.

Rundum ausgebildete Krystalle sind sehr selten. Sie sind nach $\infty \bar{P} \infty$ tafelförmig, wie sie Thürach abgebildet hat. Die Streifung auf $\infty \bar{P} \infty$ ist meist vorhanden und sehr deutlich entwickelt. In weitaus den meisten Fällen besitzt er gelbe Farbe, einmal kam ein schwach blau-grünes Fragment eines Krystalls in's Gesichtsfeld. Nicht so selten ist er farblos. Schwacher Pleochroismus lässt sich öfter constatiren. Am besten ist er noch charakterisirt durch sein Polarisationsvermögen; die Farbenwandlung geht zwischen goldgelb und lavendel- oder indigblau einher bei günstiger Lage. Eigentliche Zersetzungserscheinungen sind ihm fremd; Einschlüsse kommen nicht vor. Von seiner Verbreitung gilt ungefähr dasselbe wie beim Anatas. In den einzelnen Proben ist er immer nur in wenigen Individuen zugegen. In keinem Falle ist sein Auftreten ein derartiges, welches die Annahme einer authigenen Bildung rechtfertigen könnte. Die zerbrochenen Krystalle wie die abgerundeten Körner lassen keinen Zweifel an seiner allothigenen Entstehung aufkommen.

e. Der Turmalin.

Der Turmalin nimmt eine nicht unbedeutende Stellung in dem Kreise der accessorischen Mineralien ein (in 30 von 55 Proben). Gewöhnlich erscheint er in langen Säulchen, oft mit rhomboëdrischer Zuspitzung, welche mechanische Beeinflussung erkennen lassen. Nur sehr selten finden sich vollständig gerundete, jegliche Anlehnung an eine Krystallgestalt entbehrende Körner. Bruchstücke von Krystallen findet man deshalb so häufig, weil die lang prismatischen Körper der Turmaline Stosswirkungen weniger Stand halten konnten. Diesen Bruchstücken fehlen natürlich meist die Endflächen. Die Farbe wechselt in so rascher Folge selbst in dem nämlichen Präparat, dass man diese Wandelung als eine Consequenz der Auswaschung aus verschiedenartigen Gesteinen ansehen muss. Der Pleochroismus äussert sich darum in verschieden starker Weise: zwischen fast weiss und strohgelb, zwischen gelb-weiss und stahlblau, violett, zwischen blass roth und braun, grün-braun, zwischen braun und schwarz. Zersetzungserscheinungen fehlen. An Einschlüssen treten im centralen Theil opake Körnchen von geringer Grösse nicht selten auf. Seine Verbreitung ist eine allgemeine. Nur in wenigen Fällen fehlt er neben Zirkon und den Titanmineralien. An den Rückständen betheiligt er sich in verschiedenem Maasse, bald findet er sich nur in wenigen Krystallen, bald macht er einen überraschend hohen Procentsatz des geschlämmten Rückstandes aus, sodass die

Titanmineralien sehr zurückgedrängt werden. Sorby[1]) benutzt seine Anwesenheit in Sanden zur Feststellung des zersetzten Gesteins und führt ihn namentlich auf Granite zurück. Nicht aller Turmalin dürfte diesem entnommen sein. Thürach (l. c.) fand ihn in dem Zersetzungsschutt vieler Gesteine und je nach dem früheren Wirth mit besonderen Farben ausgestattet. So besitzt der Turmalin der Granite in der Farbe einen von dem der Gneisse urverschiedenen Habitus. Eine Ablagerung, deren klastische Bestandtheile einem einzigen Turmalin führenden Gesteinscomplex entnommen sind, wird demzufolge nur gleich oder wenig verschieden gefärbte Turmaline enthalten. Man wird nicht fehl gehen, wenn man das Dasein abweichend gefärbter Turmaline auf mehrere der Erosion zum Opfer gefallene Gesteinsgruppen zurückführt. Eine authigene Entstehung ist hier ausgeschlossen.

Mit den genannten Mineralien ist die Reihe der accessorischen Bestandtheile noch nicht erschöpft. Ihnen schliessen sich blass rother und gelblicher Granat in 12 von 55 Proben, blutrother Eisenglanz (7 von 55 Proben) in einzelnen Blättchen an.

Im Vorstehenden wurde für sicher gehalten und angenommen, dass sich das Dasein der im Unteren Muschelkalk auftretenden accessorischen Mineralien auf praeexistirende Gesteine gründet. Der geotektonische Bau Mittel-Europa's lehrt, dass während oder kurz vor dem Carbon weitgehende Veränderungen stattgefunden haben, welche in Faltungsprocessen ihre Ursache finden. Es hatte eine negative Niveauänderung statt. Diese allgemein erkannten Beziehungen haben auch Geltung für das Gebiet, welchem die Thüringer Triasmulde vorgelagert ist. Es ist verschiedentlich[2]) dargethan worden, dass die Hauptrandgebiete dieser Mulde, Fichtelgebirge, Frankenwald, Thüringer Wald, Harz, vor der Ablagerung der Trias als Festland bestanden, von welchem das Triasmeer das Bildungsmaterial für seine Niederschläge bezog. Im Unteren Muschelkalk ist das Verhältniss der diesen bildenden Gesteine zu den Urgesteinen, von welchen sich Reste erhalten

---

[1]) H. Clifton Sorby. On the microscopical characters of sands and clays. Monthly Microsc. Journal, 1877.

[2]) Heinr. Credner. Versuch einer Bildungsgeschichte des Thüringer Waldes, Gotha 1855. — C. W. Gümbel. Geognost. Beschreibung des Fichtelgebirges, Gotha 1879. — A. v. Groddeck. Abriss der Geognosie des Harzes, II. Aufl., 1883. — K. Th. Liebe. Uebersicht über den Schichtenaufbau Ost-Thüringens. Abhandl. zur geol. Specialkarte v. Preussen u. d. thür. Staaten, Bd. V, Heft 4, 1884. — M. Bauer. Ueber die geolog. Verhältnisse der Seeberge und des Galberges bei Gotha. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanst. für 1881, p. 385.

haben, kaum zu erkennen. Nur die bei der Verwitterung der Gesteine bleibenden oder neu entstandenen Mineralien, wie Anatas und Brookit, bieten eine Stütze, welche das Urmaterial zwar nicht bestimmt erschliessen, so doch vermuthen lässt.

Am wenigsten lässt sich an den Zirkon anknüpfen. Nach v. Chrustschoff[1]) sind Zirkone von gerundeter Gestalt — nach ihm primäre Erscheinung — bezeichnend für Gneisse, während solche aus Eruptivgesteinen gut krystallisirt sind. In unseren Ablagerungen besitzen die Zirkone einen so wechselnden Habitus, dass sich eine Rückführung auf ein bestimmtes Gestein verbietet. Bald kehren sie das Aussehen, wie es den Zirkonen der krystallinen Schiefer, bald wie es denen aus Eruptivgesteinen zukommt, hervor. Die Ausbildung des Rutils gestattet etwas bestimmtere Angaben. Die dicken, schwerfälligen Körner finden sich auf ursprünglicher Lagerstätte nur bei Gliedern der krystallinen Schiefer, namentlich Eklogiten, Amphiboliten, Granuliten, die wohl krystallisirten lenken das Augenmerk auf Thonschiefer oder Phyllite. Anatas und Brookit haben sich erst bei der Verwitterung durch Umlagerung der in den Gesteinen vorhandenen Titansäure gebildet, wobei man wohl vornehmlich an diabasische Gesteine zu denken hat. Der Turmalin kann aus den verschiedensten Gesteinstypen stammen und stammt thatsächlich aus mehreren derselben.

Die sonst in der Gesteinswelt so weit verbreiteten Mineralien der Pyroxen- und Amphibolgruppe, aus welch' letzterer Reihe ein Glied als Neubildung[2]) am Meeresgrund von dem Challenger gefunden wurde, fehlen gänzlich. Auffallend ist das nicht gerade, da dieselben im Kampfe mit der Verwitterung so leicht unterliegen und dabei thonige Producte liefern können. Aus alledem erhellt, wenn auch Reste von den Gesteinen selbst, aus welchen jene Mineralien ihren Ursprung genommen haben, auf uns nicht gekommen sind, dass es mindestens eine bunte Reihe von Gesteinen gewesen sein muss, welche, der Verwitterung und Erosion zum Opfer fallend, ihre widerstandsfähigen Theile zum Meere entsandten, wo sie später als Zeugen ihrer früheren Existenz auftreten konnten. —

Würde man versuchen wollen, der Verbreitung der genannten Mineralien eine graphische Darstellung zu geben, so würde man beobachten können, dass im Allgemeinen je die Maxima wie die Minima der Mengen der einzelnen Mineralien zusammenfallen.

---

[1]) K. v. Chrustschoff. Beitrag zur Kenntniss der Zirkone in Gesteinen. T. M. P. M., VII. Bd., 1886, p. 423—441.

[2]) K. v. Fritsch. Allgemeine Geologie, 1888, p. 248: Quarz, grüne Hornblende und lichte Glimmer werden als solche aufgeführt.

Aus den Curven würde ferner zu ersehen sein, wie schnell die Mengenverhältnisse in auf einander folgenden Schichten wechseln können. Allmähliches Zunehmen oder Abnehmen tritt viel seltener ein als plötzliches Fehlen des einen oder des anderen oder sämmtlicher Mineralien. Es scheint dies in engstem Zusammenhang mit der petrographischen Beschaffenheit ebenso wie zu dem Reichthum bezüglich der Armuth an organischen Resten zu stehen. Krystalline Kalksteine, meist eine Folge der Umwandlungsprocesse, welche sich an organische Reste knüpfen, sind arm an accessorischen Mineralien, wenn sie auch nicht ganz fehlen. Wenn wir dies festhalten, zeigt sich, dass in der oberen Abtheilung des Unteren Muschelkalks, da in dieser ja auch reichlicher fossilführende Bänke vorhanden sind, allgemein diese Mineralien abnehmen, und sich nur bei den conglomeratischen Schichten eine vorübergehende Zunahme bemerkbar macht.

B. Structurformen der am Aufbau des Unteren Muschelkalks theilnehmenden Kalksteine.

Das makroskopische Ansehen der Kalksteine lässt eine grosse Gleichförmigkeit in Rücksicht auf Structurmodalitäten vermuthen. Die mikroskopische Untersuchung rechtfertigt diese Vermuthung. Die Kalksteine des Unteren Muschelkalks sind von einer so starken Eintönigkeit beherrscht, dass Abweichungen von der vorwaltenden Structurform leicht in's Auge fallen. Am sterilsten verhält sich in dieser Hinsicht die grosse Gruppe der Wellenkalke, die einen Hauptantheil an unserem System haben. Kein anderes Glied zeigt dieses Verhältniss in so durchgreifendem Maasse, weder die „untersten ebenen Kalkschiefer“ [1]), noch die sich diesen in der Lagerung anschliessenden blau-grünen Mergelschiefer. Die durch organische Reste ausgezeichneten Bänke, sowie die als Conglomerate zu deutenden Lagen stehen in einem ganz entschiedenen Gegensatz zu den Wellenkalken in Bezug auf structurelle Verhältnisse.

Für unsere Untersuchung scheinen die dimensionalen Beziehungen der Gemengtheile unter einander die günstigste Basis, auf welcher sich verschiedene Structuren aufbauen lassen. Im Allgemeinen erscheinen die Calcitkörner in ganz unbestimmten Gestalten. Wie die Körner sich zu einander verhalten, wie sie in der Formbildung gegenseitig Abhängigkeit zeigen, wurde p. 719 erwähnt. Etwas Primäres kommt nicht mehr zum Ausdruck.

---

[1]) E. E. Schmid. Der Muschelkalk des östlichen Thüringens, 1876, p. 4.

Secundäre Processe haben das ursprüngliche Structurverhältniss verwischt. Bei dem Gesteinsabsatz selbst wird diese Erscheinung nicht vor sich gegangen sein, sie würde eine gewisse Plasticität voraussetzen, für welche sich Bedingungen nicht auffinden lassen, da die Aggregatzustände sowohl der chemischen Präcipitate als auch der klastischen Absatzstoffe von kohlensaurem Kalk einer solchen Fähigkeit entgegenstehen.

Bei den in Betracht kommenden Kalksteinen offenbaren sich auf Grund der Grösse der Körner, wie auch Lang und Loretz festgestellt haben, zwei Structurvarietäten. Der allgemeinste Fall würde der sein, dass Körner der verschiedensten Grösse das Gestein zusammensetzen. Hierher könnte man als Grenzfall die conglomeratischen und die fossilreichen Schichten zählen. Da die Körner derselben theilweise aber durch Aggregate von solchen ersetzt sind, bedürfen dieselben einer selbstständigen Betrachtung. Dieser allgemeinste Fall erscheint immer reducirt. Es sind Unterschiede in der Korngrösse vorhanden, dahin gehend, dass man zwar zwei verschiedene Korngrössen am Gestein theilnehmen sieht, aber ohne unter einander durch Uebergänge verbunden zu sein. Dieses Verhältniss findet sich öfter; nicht mächtige Complexe zusammensetzend, sondern vielmehr bankweise sind so ausgestattete Kalksteine dem Unteren Muschelkalk eingeschaltet. Am häufigsten treten sie auf in den „untersten ebenen Kalkschiefern" mit den Mergeln, untergeordnet nur in den Wellenkalken. Lang [1]) bezeichnet diese Structur als anisomer. Man möge hier alle mit dieser Structur behafteten Kalksteine einbegriffen wissen, unentschieden, ob sie primär oder erst eine secundäre Folge molekularer Umlagerungsvorgänge sei. Innerhalb der grossen Gruppe der anisomeren Kalksteine kann man zwei Unterabtheilungen scheiden. Sie beruhen auf der Zahl der vorhandenen Calcitkörner grösserer Ausbildung. Verhalten sich beide Theile so, dass der mikromere und makromere Theil angenähert sich die Wage halten, so bildet sich anisomere Structur im strengen Sinne aus; tritt der makromere Antheil aber zurück, so resultirt, indem der mikromere Theil eine Art Grundmasse ausmacht, eine porphyrische Structur. Beide Fälle finden sich in Kalksteinen des Unteren Muschelkalks verkörpert.

Gegenüber der Reihe der ungleichkörnigen Kalksteine stehen die weiter verbreiteten Kalksteine, deren Calcite nahezu gleiche Grösse besitzen. Ihre Gleichkörnigkeit ist das weitaus hervorstechendste Charakteristicum; daher sind sie von Lang als isomere Kalksteine bezeichnet worden. Sie stellen

---

[1]) H. O. Lang. Grundriss der Gesteinskunde, Leipzig 1877, p. 48.

gewissermaassen ein Endglied dar, derart, dass aus den anisomeren Kalksteinen mit porphyrischem Charakter der makromere Theil verschwunden ist. Während jene Gruppe nur in den „untersten ebenen Kalkschiefern“ und blau-grauen Mergeln eine höhere Bedeutung gewinnt, setzen die isomeren Kalksteine fast den ganzen unteren Wellenkalk und auch Glieder des oberen Wellenkalks zusammen. Es lässt sich auch der Fall denken, dass aus Kalksteinen, in denen bei steter Zunahme der makromeren Körner die mikromeren sich mehr und mehr dem Verschwinden nähern und schliesslich ganz austreten, isomere Glieder hervorgehen. Thatsächlich besitzen die Calcite der obersten Wellenkalke in der oberen Abtheilung des Unteren Muschelkalks weit bedeutendere Grössen als sonst. Uebergänge, wie sie eben theoretisch angedeutet wurden, haben sich bis jetzt freilich nicht mit Sicherheit nachweisen lassen.

Auf Grund der vorangegangenen, an Thatsachen anknüpfenden Betrachtungen lässt sich folgendes Schema aufstellen:

isomere Structur —	makromere Calcite.
anisomere Structur {	der makromere Calcit überwiegt.
	makromerer und mikromerer Calcit stehen im Gleichgewicht.
	der makromere Calcit tritt zurück (porphyrische Structur).
isomere Structur —	mikromere Calcite.

Die Korngrösse der Calcite in sämmtlichen mit diesen Structuren, die unter dem Begriff der massigen oder richtungslosen Structur zusammenzufassen sind, ausgestatteten Kalksteinen schwankt, sowohl was die mikromeren als die makromeren Körner anlangt, innerhalb eng gezogener Grenzen, sodass für den mikromeren Componenten als Durchschnittsgrösse 0,01 mm, für den makromeren 0,04 mm gilt.

Diejenige anisomere Structurmodalität, welche sicher als auf secundären Vorgängen beruhend sich zu erkennen giebt, liebt es, als porphyrische aufzutreten, und zwar so, dass sich „Paramorphosen von Individuen nach Aggregaten“ herauszubilden streben. Diese Erscheinung äussert sich darin, dass einem Aggregat von Calcitkörnern eine Kraft innewohnt, welche dieses Aggregat zu einem einheitlichen Individuum umzugestalten sucht. Wie schon p. 721 angeführt, ist dieser Endzweck nicht immer, oder besser gesagt, meist noch nicht erreicht. Die secundäre Natur dieser Bildungen erscheint zweifellos; denn es weisen auf dieselbe hin:

1. Die Zwischenstadien; sie thun den Bildungsprocess als Paramorphosen direct dar.

2. Die Aggregate, wie die Paramorphosen selbst und ihre Zwischenstadien, lassen auf ihrer Oberfläche und ihren Spaltrissen die Verunreinigungen, welche die erst vorhandenen Körner umschlossen, als Ausscheidungen zurück. Bei ihrer Wanderung vom Centrum nach der Peripherie und den Spaltrissen erfuhren sie z. Th. eine Oxydation, in deren Gefolge um die Paramorphosen etc. Ferritanhäufungen sich ausbreiteten.

3. In mit Parallelstructur (s. später) ausgestatteten Kalksteinen müsste es, wenn diese Calcite primär, sei es als chemisches Product oder mechanisch verschleppt, ausgeschieden wären, verwundern, dass dieselben nicht demselben Gesetz unterworfen gewesen sein sollten, wie sonst die klastischen Gemengtheile. Nie findet man sie schichtenweise gelagert, sondern sie erscheinen als porphyrische Einsprenglinge (natürlich muss von den Fällen abgesehen werden, wo reichlich vorhandene organische Reste Anlass für die Parallelstructur gegeben haben).

4. Sie sind gebunden an Horizonte, die eine, wenn auch nicht gerade hervorragende Fossilführung bekunden, so besonders an die Mergel. Die Wellenkalke werden geradezu von ihnen gemieden. In den organischen Resten hat man vielleicht die directe Ursache zu suchen, welche zu ihrer Entstehung den Anstoss gab.

Gegenüber der massigen oder richtungslosen steht die Parallelstructur, die mitunter in nicht unbeträchtlichem Maasse Platz greift. Sie äussert sich nicht in der Weise, wie Pfaff[1]) abbildet, dass die Calcitkörner in der Richtung ihrer grössten Ausdehnung sich parallel gelagert erweisen. Nur eine lagenweise Verschiedenheit der Körner lässt sich feststellen und sie scheint z. Th. der Grund der dünn plattenförmigen Absonderung der „untersten ebenen Kalkschiefer". In die isomeren Kalkschiefer finden sich hellere Streifen eingelagert, deren Betrachtung u. d. M. ergiebt, dass sie aus grösseren Calcitindividuen zwar nicht vollständig aufgebaut sind, aber doch so, dass sie Zonen darstellen, welche einzelne grössere Calcite führen, die einen innigen Zusammenhang mit organischen Resten zweifellos erkennen lassen. Hier beruht die Parallelstructur also auf einer temporären Verschiedenheit der zum Niederschlag gelangten Absatzproducte, einmal und hauptsächlich von gleichkörnigem Calcit, sei er nun klastischen oder chemischen Ursprungs, und dann von organogenem Calcit in gröberer Ausbildung.

Meist ist die Parallelstructur verursacht durch die Lagerung der Uebergemengtheile. In manchen Niveaux und auch local nehmen dieselben so überhand, dass sie einen nicht zu vernach-

[1]) Fr. Pfaff, l. c., t. I, f. 5.

lässigenden Antheil am Gestein haben. Zu diesen Parallelstructur bedingenden Uebergemengtheilen, deren klastische Natur über jedem Zweifel steht, gehört vor Allem und fast allein der Glimmer. Seine tafelförmige Gestaltung fördert eine Parallelstructur ungemein. Es wechseln Lagen, in denen die klastischen Elemente die Oberhand gewinnen, mit solchen, welche hauptsächlich aus organischen Harttheilen sich zusammensetzen; die zwischenliegenden Massen, deren Aufbau aus Calcitkörnern und thonigen Zersetzungsproducten als der gewöhnliche gelten darf, haben für ihren Theil richtungslose Structur bewahrt. In diesen durch klastische Mineralien hervorragend ausgezeichneten Kalksteinen besitzen die Calcitkörner ein das normale Maass überschreitendes Korn. Es muss dies betont werden, da es mit den Bildungsgesetzen zusammenhängt, unter denen der Absatz dieser Gesteine erfolgt ist.

Local weicht die Parallelstructur der ihr nahe verwandten Flaser- oder Augenstructur, welche namentlich dann eintritt, wenn mit den klastischen Elementen oolithische Körner vergesellschaftet sind. Die Glimmerlamellen, oft beträchtliche Deformationen zeigend, legen sich augenliderartig um die letzteren. Diese Abhängigkeit der Lage der Glimmer von den Oolithen, die sich vor Allem darin kundgiebt, dass nie eine Lamelle ein oolithisches Korn durchkreuzt, beweist, dass in dieser Erscheinung ein primäres Verhältniss sich darbietet, geeignet, auf die Entstehung dieser Schichten Licht zu werfen. Solche Flaserstructur charakterisirt einen Theil der „untersten ebenen Kalkschiefer“. Besonders schön ist sie zu sehen in einer nur 2 cm mächtigen Schicht.

Ein ähnliches Verhältniss macht sich geltend in den den blau-grünen Mergeln direct aufgelagerten und von einer weitgehenden Metamorphose ergriffenen Kalksteinen resp. Mergeln (namentlich A. I. ο, π und ρ der Tabelle). In ihnen hat allerdings secundär eine mehr oder minder fortgeschrittene Sonderung der chemischen Constituenten des Gesteins sich vollzogen. Sie sind reich an Eisen, das in irgend einer Form, am ehesten wohl als dem kohlensauren Kalk isomorph beigemengtes Carbonat, vorhanden gewesen sein mag. Dieses hat sich oxydirt und concretionär in rundlichen oder ellipsoidischen, keulenförmigen, pfriemenartigen, z. Th. lang gestreckten Massen zusammengefunden, zwischen welchen der Calcit in durchsichtigen Körnerreihen sich hinzieht. So unzweifelhaft secundär diese Structurform ist, eine primäre Anlage zu ihr muss wohl vorhanden gewesen sein, da ihre Ausbildung streng parallel der Schichtung erfolgt ist.

Worin eine solche Bedingung zu suchen sei, wird dem Blick

des Mikroskopirenden nur schwer erkenntlich. Thatsache ist, dass die in diesen Schichten sich findenden Foraminiferen immer von solchen Ferrithüllen umgeben sind und darum dem Auge leicht entgehen. Vielleicht haben sie attraktorisch auf das im Gestein vorhandene Eisen gewirkt; erscheinen doch in anderen Horizonten Foraminiferen durch Eisenkies verkiest.

Ein zweiter Theil der rundlichen Gebilde scheint kleinen Geröllen zu entsprechen. Sie besitzen dann eine weit dunklere Färbung und würden die flaserige Anordnung der zwischen ihnen durch ziehenden Schmitzen von Ferrit ebenso gut zu erklären vermögen.

Auch oolithische Kalksteine nehmen Antheil am Unteren Muschelkalk. Gegenwärtig liegen bezüglich der Auffassung, was als Oolith anzusehen sei, gerade aus unserer Formation neue Beobachtungen vor. Bornemann (l. c., p. 273—280) sowohl wie Frantzen[1]) haben sich in dieser Richtung bethätigt. Die Scheidung bei Bornemann in Oolithe und Pseudoolithe lässt sich auf die Gebilde, welche in ihrer Verbreitung im Unteren Muschelkalk bei Jena äusserst beschränkt erscheinen, noch am ehesten anwenden. Die Entstehung der Oolithe, die wohl eine sehr verschiedene sein kann, lässt sich freilich nicht immer feststellen. Die in den Lehrbüchern[2]) niedergelegte Definition von Oolith im strengen Sinne — sie besitzen eine concentrisch-schalige und radialfaserige Anordnung ihrer Substanz — lässt sich auf die im Unteren Muschelkalk so schon spärlich vertretenen Bildungen nur selten anwenden. Meist sind sie nur local vorhanden oder in äusserst vereinzelten Körnern. Eine Ausnahme von dieser Regel macht wieder jene gering mächtige Schicht aus den „untersten ebenen Kalkschiefern“, an welcher sich die Parallelstructur so gut ausgeprägt findet. Hier eignet dem kohlensauren Kalke Radialstructur; die Oolithe treten in Beziehung zu Foraminiferen und scheinen sich im Anschluss an solche gebildet zu haben. Der Kern der Oolithe wird recht oft durch eine *Cornuspira*-ähnliche Form oder *Nodosaria* dargestellt, welche sich durch Anlagerung von kohlensaurem Kalk in grob krystalliner Ausbildung zu ellipsoidischen Massen ergänzt haben; um diese wieder läuft ein schmaler Saum, dessen Radialfaserigkeit bei gekreuzten Nicols nicht selten durch das dunkle Kreuz sich zu erkennen giebt. An die Stelle der Foraminiferen treten ebenso oft Aggregate grobkörnigen Calcites oder auch (secundär) einheitlich orien-

---

[1]) W. Frantzen. Untersuchungen über die Gliederung des Unt. Musch. etc. Jahrbuch d. kgl. preuss. geol. Landesanst. für 1887.

[2]) Herm. Credner. Elemente der Geologie, 6. Aufl., 1887, p. 24.

tirte Calcitkörner, wobei die sonstigen Verhältnisse einer Aenderung nicht unterworfen scheinen. Auch die Radialstructur geht diesen Körpern manchmal ab. Aber sie müssen ohne Zweifel dann hierher gerechnet werden, da sie erst secundär diese Form angenommen haben, indem die durch Verwesung der Foraminiferen eingeleiteten Umlagerungsprocesse auch die Randzonen in Mitleidenschaft gezogen und ihrer ursprünglichen Structur entkleidet haben. An anderen Oolithen, so an denen vom kleinen Seeberg bei Gotha, lässt sich erkennen, dass diejenigen Körner, deren Centrum von einem organischen Rest gebildet wird, das Bestreben zum Ausdruck bringen, einheitlich reagirende Individuen zu werden, während solche, deren Kern aus einem Mineralfragment besteht, die Oolithstructur am reinsten in die Erscheinung treten lassen. Nach Analogie mit diesem Vorkommen lassen sich die eben beschriebenen verschiedenartigen Formen als Umwandlungsstadien von Oolithen betrachten. Erläutert werden diese Verhältnisse, wenn wir die wenigen sonst im Unteren Muschelkalk noch vorkommenden Oolith- und Oolith-ähnlichen Gebilde in's Auge fassen. So gehören sicher hierher noch diejenigen Fragmente von organischen Resten, die durch Reibung eine gerundete Gestalt erlangt haben und durch Calcitkörner überkrustet sind. Solche Incrustationsringe, stellen die roheste Form oolithischer Bildungen dar. Namentlich äussert sich auch in anderen Schichten eine Oolith-ähnliche Structur (meist Aggregate hellen Calcites, oft noch mit Resten verkiester Foraminiferen) in Abhängigkeit von local angehäuften Foraminiferen. Bei diesen Körnern ist von irgend welcher für Oolithe eigenthümlichen Structur nichts bemerkbar.

Der letzten Form stehen noch andere gegenüber. Schaligconcentrische Anordnung der Calcitkörner äussert sich darin, dass ein Aggregat grobkörnigen Calcits umsäumt ist von einer Schale feinkörnigen Calcits, wobei eine Anlehnung an organische Residua oder an eingeschlossene anorganische Mineral- oder Kalksteinfragmente nicht zu ersehen ist. Wieder andere Oolith-ähnliche Körper sind einfach dadurch bedingt, dass ein höherer Thongehalt kugelige Aggregate von Calcit, der sich im Uebrigen vor dem anderen Calcit des Gesteins nicht auszeichnet, dunkler gefärbt hat. Abhängigkeit von organischen Resten lässt auch in diesem Falle sich nicht nachweisen.

Eine Reihe vorgenannter Gebilde kann man mit Bornemann, da ihnen die einmal durch die Definition für Oolith wesentliche Structur mangelt, als Pseudoolithe zusammenfassen, ohne aber der Behauptung beipflichten zu wollen, dass den zuletzt ange-

führten eine Entstehung zukäme, wie sie Bornemann[1]) annimmt. Allerdings würden die um organische Reste auftretenden Ringe nicht ohne Weiteres aus dem Kreise der oolithischen Bildungen hinausgeschoben werden dürfen, denn in vielen Fällen haben ja auch bei den als „echte Oolithe“ anerkannten Körpern feste Theile, wie organische Fragmente oder mineralische Elemente, als Kerne den Anlass für Ansatz von kohlensaurem Kalk geboten, sodass man in diesen Kernen wohl z. Th. die Ursache für die Oolithbildung zu suchen hat. Beide Arten der Oolithbildung — die der letzten ohne Structureigenthümlichkeit und die der „echten Oolithe“ mit der verlangten Structurmodalität — unterscheiden sich nur durch die Intensität, mit welcher der Process verlief, dort schneller, hier langsamer. Darum setzten sich die Incrustationsringe in grösseren Calcitkörnern an die organischen Reste an, während bei langsamer Ausscheidung des kohlensauren Kalkes eine complicirtere, gewissermaassen kunstvolle Aneinanderfügung der einzelnen Molekel von statten gehen konnte. Beide aber charakterisiren sich so als auf chemischem Wege gebildete Producte.

C. Die den Unteren Muschelkalk bildenden Gesteine.

I. Die Wellenkalke.

Makroskopisch sind die Wellenkalke dichte Kalksteine, die ein besonderes Merkmal nur in den sogenannten Wellenfurchen besitzen und bei Beschreibungen als Flaserkalke, wulstige, knauerige etc. Kalke aufgeführt werden. Organische Reste, abgesehen von dem massenhaft auftretenden *Rhizocorallium*, dessen Deutung als Fossil keineswegs über jedem Zweifel steht, sind fast ganz abwesend. Dagegen sind ihnen Linsen, strotzend von Fossilien, eingelagert.

Die Form ihrer Calcite ist bald mehr länglich, bald polygonal, bald rundlich begrenzt. Mikroskopisch sind die Wellenkalke gleich ob fein gewellt, flaserig, klein- oder dickwulstig, meist ganz isomere Gesteine, die eine grosse Aehnlichkeit mit dem Solenhofener Kalkschiefer haben und nur selten eine besondere Structur besitzen. Die Calcitkörner, im obersten Wellenkalk das normale Maass überschreitend, haben einander die Form gegeben. Aus dem mikroskopischen Bilde ersieht man, dass ihre Gestalt nicht das Resultat einer einfachen Uebereinanderlagerung ist, sondern vielmehr secundär entstanden sein muss; die Abhän-

[1]) J. G. Bornemann, l. c., p. 277: „als gerollte, durch Friction im bewegten Wasser abgeschliffene Fragmente“.

gigkeit in der Gestaltung der Körner von einander macht es wahrscheinlich. Die Ursache ist wohl in einer bei der geringen Korngrösse vermehrten Lösungsfähigkeit durch die Sickerwässer zu suchen; an Gebirgsdruck braucht man in diesem Falle wohl noch nicht zu glauben. Vermehrte Lösungsfähigkeit wird angedeutet durch häufig auftretende mikroskopische Calcittrümerchen. Einem Cohäsionsminimum entsprechende Spaltrisse und Zwillingsbildungen fehlen dem Calcit gänzlich; seine geringen Dimensionen machen ihre Abwesenheit erklärlich.

In den Wellenkalken herrscht richtungslose und isomere Structur vor, die bei gekreuzten Nicols wie ein Mosaikpflaster von verschieden hell und dunkel gefärbten Körnchen aussieht. Nur ein davon abweichendes Verhältniss kehrt sich manchmal hervor, es ist dies eine anisomere Structur. Mit dieser schwinden aber manche Merkmale der Wellenkalke. Nie findet sich dieselbe bei sanft gewellten oder dickwulstigen Kalken dieser Kategorie. Sie nehmen dann ein festeres Gefüge an, sie verlieren ihre Bröcklichkeit, welche ein z. Th. charakteristisches Kennzeichen derselben ist. Solche Schichten sind es auch gewöhnlich, welche ganz sporadisch Foraminiferen umschliessen. Die Calcite treten nie zu besonderen Aggregationen zusammen; vor Allem ist oolithische oder auch nur Oolith-ähnliche Anordnung nicht nachweisbar.

Die Flaserung beruht im mikroskopischen Bilde auf schmitzenartig eingelagerter, local dunkel färbender Thonmasse oder gewellten Häutchen derselben. Die flaserigen Kalke, deren Aehnlichkeit mit den devonischen Kalkknotenschiefern evident scheint, lassen ein dem makroskopischen entsprechendes mikroskopisches Bild vermissen. Der Vergleich passt überhaupt nicht recht, da gerade die concretionären Knoten dieser Schiefer organische Reste bergen. Es muss verwundern, dass dieser Typus von Kalksteinen so baar aller organischen Reste ist, da sie ein vorzügliches Material zur Conservirung derselben scheinen. Ihr im Allgemeinen gleichmässiges Korn sollte sie dazu besonders befähigen.

Der Thongehalt ist z. Th. ein beträchtlicher, aber grossen Schwankungen ausgesetzt, sodass selbst in der nämlichen Schicht Verschiedenheiten zu Tage treten. Manche der Kalksteine sind reich an Pyrit; oft hat derselbe einzelne Foraminiferen verkiest, aber nicht so häufig wie in den conglomeratischen Schichten.

Das Structurverhältniss kommt als ein primäres nicht mehr zur Geltung. Deutlich sind die Vorgänge, durch welche dasselbe eine Aenderung erlitten hat, nicht vorgezeichnet. Warum es gerade Gebirgsdruck gewesen sein soll, dafür bieten sich sichere Anhaltspunkte überhaupt nicht; bei seiner Annahme müsste die Frage aufgeworfen werden, warum denn die zwischenliegenden

und fossilführenden Linsen verhältnissmässig unberührt von den dynamometamorphen Einflüssen geblieben seien. Einige hellere, des thonigen Zwischenmittels entbehrende Partieen, die eine Deutung als organische Reste wegen ihrer im Allgemeinen Muscheldurchschnitte nachahmenden Gestalt zulassen, finden sich. Die sie enthaltenden Kalksteine würden demnach solche sein, welche das Stadium, in welches die übrigen schon eingetreten sind, noch nicht erreicht haben.

Die Verbreitung der Mineralien der Zirkongruppe kann als leitendes Moment für eine Beurtheilung der Entstehung der Wellenkalke nicht angesehen werden, denn dieselbe gestaltet sich für die verschiedenen Horizonte verschieden; z. Th. reichlich vertreten, z. Th. ganz abwesend, meist aber spärlich vorkommend, lässt sich doch allgemein so viel erkennen, dass die höheren Niveaux der oberen Abtheilung des Unteren Muschelkalks viel weniger von ihnen führen.

2. Die Lumachellen.

Die Lumachellen bestehen aus einer Grundmasse und aus von dieser zusammengehaltenen organischen Resten. Die Grundmasse besitzt bald eine isomere, bald eine anisomere Structur, hat aber oft, bei der molecularen Umlagerung des Calcites der Fossilien in Mitleidenschaft gezogen, ihre ursprüngliche Structur eingebüsst. Meist wohl ist eine primäre Structur nicht mehr vorhanden. Lösungsprocesse reichen auch hier vollkommen zur Erklärung dieser Vorgänge hin.

Die vielfach das Bindemittel ganz zurückdrängenden Harttheile von Organismen bieten manche interessante Beobachtung dar. Ihre Gestalt ist häufig eine fragmentare und die Bezeichnung des Gesteins als Muschelbreccie dann nicht unberechtigt. Sie sind als eingeschwemmt zu betrachten, nicht in dem Sinne als ob sie aus schon verfestigtem Gestein ausgewaschen und hier abgelagert seien, sondern dass man sie vielmehr derart hierher gebracht sich denkt, dass sie durch im Meerwasser lebhaft sich äussernde Bewegung von den ursprünglichen Ablagerungsorten weg in die sich niedersetzenden Schichten eingeschleppt wurden, eine Erscheinung, die z. Th. auch bei den conglomeratischen Kalksteinen wiederkehrt und die darauf hinweist, dass nicht immer die Natur der vorhandenen Organismen den rechten Schluss zu liefern braucht auf die Art der Gesteinsentstehung. Am reichsten vertreten sind Brachiopoden-, Lamellibranchiaten-, Gastropoden- und Crinoiden-Reste. Neben diesen spielen als Mikroorganismen Foraminiferen noch eine Rolle.

Die Brachiopoden-Schalen besitzen, namentlich wenn sie in

fragmentarem Zustande eingeschwemmt sind, oft noch ihre ursprüngliche Structur: dünne lange Prismen in schräger Stellung zur Schalenoberfläche, ein dünnfaseriges Aggregat darstellend und mit einem eigenthümlichen Glanze angethan, setzen die Schalen zusammen. Dabei zeichnet sie lebhaftes Irisiren aus. Bezüglich ihrer Schalenstructur erweisen sie sich am erhaltungsfähigsten. Nicht immer aber trifft man sie unverändert an. Recht oft, mehr bei vollständigen Schalen, ist die Prismenstructur in einer Aggregation zu grobkörnigem Calcit aufgegangen. Meist findet sich dieselbe Erscheinung bei den Harttheilen der Lamellibranchiaten wieder. Die diesen vorerst eigenthümliche Structur ist nur in seltenen, wenig deutlichen Fällen vor Zerstörung bewahrt geblieben. Sie hat einem Aggregat von grobkörnigem Calcit, das manchmal zu einheitlichen Individuen ergänzt scheint, Platz gemacht. In noch höherem Maasse ist die Umstehung der Schalensubstanz zu späthigem Calcit unter Aufgabe der Structureigenthümlichkeiten und ohne Ausnahme vor sich gegangen bei den Gastropoden. Die Natur ihrer Schalensubstanz scheint molekularen Umlagerungsvorgängen sehr viel Vorschub geleistet zu haben; ursprünglich besteht sie, wie auch bei vielen Lamellibranchiaten, aus Aragonit, dessen Neigung zu Calcit umzustehen unter dem Einfluss der bei der Verwesung organischer Substanz sich bildenden Kohlensäure, deren Wirkung durch Lösung in den im Gestein circulirenden Wässern eine erhöhte wurde, eine weit grössere ist, als sie dem Calcit selbst innewohnt. In dieser grösseren Geneigtheit der aragonitschaligen Gastropoden nach dieser Seite hin hat man wohl auch die Ursache zu vermuthen, dass gerade bei ihnen es des öfteren vorkommt, dass die Gesammtmasse der Schale ein optisch einheitlich orientirtes Individuum bildet.

Die Crinoiden-Reste sind meist leicht zu erkennen, da sie ihrer eigenartigen Gitterstructur, die bald mehr, bald weniger erhalten ist, nur selten ganz verlustig gegangen sind. Bei keinem anderen organischen Rest kommt das Bestreben, zu einheitlich reagirenden Calciten sich umzugestalten, so rein und entschieden zum Durchbruch als gerade bei diesen. Bei auffallendem Lichte milch-weiss, wenn die frühere Structur vorhanden ist, nähern sie sich erst bei vermehrter Einwirkung umgestaltender Einflüsse in ihrem Habitus dem späthigen Calcit. Haben sie sich ihrer organischen Structur vollkommen entäussert, so tritt an ihnen Zwillingsbildung, die vorher nicht zu erkennen ist, und Spaltbarkeit in reichem Maasse auf, und nur durch die Umrisse lassen sie ihre Abstammung feststellen. Alle Stadien der Umwandlung finden sich neben einander, ohne dass Thatsachen aufzufinden wären, die erklären könnten, worin der Grund für die fortgeschrittene

Umwandlung einiger Reste neben anderen, die organische Structur noch zeigen, liege.

Die Foraminiferen sehen bei abgeblendetem Unterlichte recht weiss aus und lassen eine Specialbestimmung — es gilt das auch für die in anderen Schichten vorkommenden Arten — nicht zu, da sie wie die anderen Reste metamorphischen Einflüssen nicht minder zugänglich gewesen sind. Ursprüngliche Schalenstructur ist nicht zu constatiren. Ihre Kammern sind erfüllt mit Körnern späthigen Calcites, und oft ist auch die Schale selbst in dieses Aggregat einbegriffen, sodass nur noch rundliche Aggregate (pseudoolithisch) wasserhellen Kalkspaths als Zeugen ihres vergänglichen Daseins übrig geblieben sind. Dass viele dieser Aggregationen wirklich auf solche Umwandlungsprocesse von Foraminiferen zurückzuführen sind, dafür liefern die in ihnen vorkommenden, Foraminiferen-Formen nachahmenden Eisenkies-Zusammenballungen Beweise. Solche Eisenkiespseudomorphosen sind überhaupt eine allgemeine Begleiterscheinung aller organischen Reste, ganz gleich, welcher Art sie sind. Sie sind bei den im Gestein stattgehabten Verwesungsvorgängen producirt worden. Nur ist die Menge des vorhandenen Eisens nicht zureichend gewesen, um die Muschelschalen vollständig zu verkiesen; bei diesen sitzen Eisenkieskörnchen nur auf der Oberfläche, während die Kleinheit der Foraminiferen zur Verkiesung nur wenig Material nöthig hatte.

Niemals kamen mit organischer Structur versehene Elemente zur Beobachtung, welche Aehnlichkeit mit dem parenchymatischen Bau von Kalkalgen besessen hätten und die Annahme, dieselben seien an der Gesteinsbildung betheiligt, rechtfertigen würden.

Neben der Schwerkraft, welche die organischen Reste zum Absatz in einem feinen Kalkschlamm zwang, hat auch Molekularattraction ihre Wirkung ausgeübt. Eine Erscheinung, welche allgemein als Folgeeffect derartiger Kräfte gedeutet werden muss, wird dargestellt durch die an vielen organischen Resten auftretenden Incrustationsringe. Als chemische Ausscheidungsproducte, denen wir bei den conglomeratischen Kalksteinen wieder begegnen, und welche an Molekularkräfte geknüpft sind, die von den niedersinkenden organischen Resten auf den im Wasser gelösten oder lösbaren kohlensauren Kalk gerichtet waren, geben sie sich einmal durch ihr Auftreten zu erkennen und dann durch die Reinheit ihrer Calcitsubstanz. Oft besteht die nächste Umgebung der organischen Reste aus späthigem Calcit. Auch seine Natur als chemischer Absatz ist wohl unzweifelhaft. Nicht aber ist es unzweifelhaft, ob derselbe primär stattgefunden hat oder ob er erst als Folge der Umwandlungsprocesse, welche sich an den Harttheilen der Organismen selbst bethätigt haben, aufzufassen

ist. Z. Th. ist er wohl sicher secundärer Natur, wenn man erwägt, dass Ablagerungen mit organischen Resten nur dann compact erscheinen können, wenn eine bedeutende Zufuhr an Substanz[1]) erfolgt ist. Neben dem secundär durch Infiltration zugeführten Kalkspath, gehört wohl einem Theil des in Rede stehenden Calcites eine primäre Entstehung als chemischem Präcipitat zu, indem die bei der Vermoderung der Organismen eintretenden Reactionen eine Fällung von kohlensaurem Kalk werden bewirkt haben.

Die Ausfüllungsmasse der Wohnräume der Organismen weisen vielfach eine gleiche isomere Structur auf wie das verbindende Zwischenmittel. Aus ihrer Gleichheit darf wohl auf eine gleiche Entstehung geschlossen werden unter der Annahme natürlich, dass die Thiere von den ihnen angepassten Räumen einen Gebrauch nicht mehr machten, sondern aus ihnen entfernt waren. Wurden sie dagegen mit in dem Kalkschlamm begraben, so musste nach der Ablagerung eine verstärkte Verwesung stattfinden; nach deren Beendigung mussten entweder Hohlräume oder aber, da infiltrirende Lösungen Molekel um Molekel die organische Substanz durch kohlensauren Kalk ersetzen konnten, späthiger Calcit auftreten.

Was die Verbreitung mechanisch verschleppter Mineralien innerhalb dieser Gruppe von Kalksteinen anlangt, so ist dieselbe eine sehr minimale, ein Zeichen, dass klastische Bestandtheile am Aufbau dieser Schichten in geringem Maasse betheiligt sind. Dagegen bergen sie grosse Mengen von Coelestin. Die Art seines Vorkommens wurde schon berührt.

3. Die conglomeratischen Kalksteine.

Bisher haben innerhalb des Unteren Muschelkalks meist nur die Schaumkalkbänke eine Beachtung gefunden, sodass die Literatur über dieselben sehr angewachsen ist. Ihre Niveaubeständigkeit in gewissen Gebieten scheint das zu rechtfertigen. Für die Anschauungen über die Genesis des Unteren Muschelkalks sind aber auch andere Schichten hoch bedeutsam: Wir meinen die conglomeratischen Schichten.

Gerölle führende Schichten scheinen immer auf die Spur zu leiten, wo sowohl der Ort der Ablagerung eines Gesteins zu suchen ist, als auch welche Art der Entstehung demselben zukommt. „Man hat die Gesteine aufzufassen als die Verkörperung geologischer Bildungsgesetze.“ „Die Beschreibung muss einen Einblick in die Entstehungsgeschichte der beschriebenen Natur-

[1]) J. Roth. Allgemeine u. chemische Geologie, 1879, Bd. I, p. 569.

körper gestatten"[1]). Im Allgemeinen sind Gerölle Zeugen für einen Absatz, der in seichtem oder mässig tiefem Wasser und in der Nähe der Küste vor sich ging. Nach Beobachtungen des Challenger[2]) bewahren Ablagerungen bis zu 150 Seemeilen Entfernung vom Strande noch ihren litoralen Charakter. Allerdings hat neuerlich bei Untersuchungen des Meeresbodens, wie er sich im Mittelmeer und im Atlantischen Ocean dem Beobachter darbietet und wie Th. Fuchs[3]) nach Milne Edwards angiebt, festgestellt werden können, dass Geröllablagerungen auch in tief liegenden Theilen der Meere und ausserhalb des Küstenbereichs vorkommen. So bedeutungsvoll diese Thatsache sein mag und so viel Nachdruck Th. Fuchs auf dieselbe zu legen geneigt ist, man wird sie nur als eine Ausnahme gelten lassen dürfen.

In unserem Profil treten verschiedene Bänke auf, deren Habitus auf Conglomeratbildung hinweist. Es wurde die Ueberzeugung gewonnen, dass auch ausserhalb der näheren Umgebung von Jena innerhalb des Unteren Muschelkalks conglomeratische Schichten sich finden. So werden hierauf bezügliche Angaben in den Erläuterungen zu den Sectionen Freiburg. Cahla, Worbis, Bibra etc. gemacht, wenn es gestattet ist, die als breccienartig beschriebenen Bänke hier beizugesellen. Auch in Norddeutschland[4]) birgt der Untere Muschelkalk derartige Schichten. Es fehlen meist Angaben, in welcher Höhe über der Basis des Muschelkalks diese Gebilde Platz greifen. Bei den speciellen Arbeiten von Bornemann[5]) und Wagner (l. c.) ist ihre Lage genau festgestellt. Die Angaben in den Erläuterungen zu den Sectionen lassen einen Schluss auf durchgehende Horizonte nicht zu.

Bei Jena sind die in Rede stehenden Bänke, wie auch Wagner angiebt, in weiter Verbreitung aufgeschlossen und gestatten deshalb wenigstens theilweise eine Bestimmung gleicher Höhenlage über dem Röth und gleicher Stellung innerhalb der einzelnen niederen Formationsglieder des Unteren Muschelkalks. Sie scheinen daselbst namentlich der Zone anzugehören und in ihr regelmässig wiederzukehren, welche die Schichten zwischen dem unteren und oberen *Terebratula*-Kalk Wagner's umfasst.

---

[1]) K. A. Lossen. Ueber die Anforderungen der Geologie an die petrogr. Systematik. Jahrb. d. kgl. pr. geol. Landesanst. für 1883.

[2]) E. Behm. Geographisches Jahrbuch, Gotha 1878, Bd. VII. In G. v. Boguslawski, Bericht über die neuesten Tiefseeforschungen, p. 500.

[3]) Th. Fuchs. Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. 1883.

[4]) H. Eck. Rüdersdorf und Umgegend. Abh. zur geol. Specialkarte v. Preussen etc., Bd. I, Heft 1, 1872.

[5]) J. G. Bornemann, l. c., siehe das Schichtenprofil (t. XIV).

In einem grauen, local auch durch Eisenoxydhydrat gelb bis roth gefärbten Bindemittel liegen Rollstücke von blau - grauem, grauem, auch röthlichem Kalkstein. Bezüglich des Verhältnisses dieser Massen gegenüber dem calcitischen Bindemittel, welches bald hoch krystallin, bald in kleinen Körnern erscheint, steht fest, dass in den Bänken des unteren Wellenkalkes die Hauptmasse des Gesteins das Bindemittel, in welchem nur wenige Brocken dunkleren Kalksteins liegen, bildet, während in der oberen Abtheilung des Unteren Muschelkalks durchgehends die umgekehrte Beziehung herrscht.

Die Geröllnatur der Einschliesslinge giebt sich schon makroskopisch in dem Farbengegensatz, in dem scharfen Abgesetztsein gegen das Bindemittel zu erkennen, welche mehr noch dadurch sicher gestellt wird, dass diese fremdartigen Gebilde sich oft leicht aus dem Gesteinsverband herauslösen lassen, in welchem Falle dann auf ihrer bloss gelegten Oberfläche Erscheinungen zur Geltung kommen, welche eine Reibung gegen feste Körper voraussetzen. Die abweichende Beschaffenheit dieser Massen von dem sonst am Aufbau der Bänke betheiligten Material äussert sich nicht minder charakteristisch in ihrem Verhalten zu den natürlichen Lösungsmitteln. An angewitterten Stücken erheben sich die eingeschlossenen Rollstücke reliefartig aus dem Bindemittel und geben so kund, dass sie Verwitterungsvorgängen weit weniger leicht anheimfallen, als das letztere. Gegründet ist diese Resistenz gegen Einwirkungen der Atmosphärilien und Wässer auf ein festeres, ungelockertes Gefüge und auf einen wenigstens in manchen Fällen bedeutenden Gehalt an Quarzkörnern. Das Vorhandensein von Quarz bedingt bei angewitterten Theilen der Rollstücke eine rauhe Oberfläche, indem der Quarz im Gerölle sich gegen Lösungsmittel ebenso verhält, wie die Gerölle gegen das Bindemittel. Es wird so der Anschein erregt, als habe man es mit Sandsteingeröllen zu thun.

Eine Reihe anderer Erscheinungen, von welchen die eine oder die andere für sich allein genommen eine von der unseren verschiedene Auffassung zulassen mag, deren Betrachtung in ihrer Zusammengehörigkeit darum gefordert werden muss, deuten auf Conglomeratnatur dieser Schichten. Gehen wir von der Gestalt der uns interessirenden Gebilde aus. Sie sind alle flach scheibenförmige Körper, wie sie gegenwärtig noch in fliessenden Gewässern entstehen, wenn das Gestein ein Thonschiefer oder ein Carbonatgestein ist. So wechselnd ihre Dimensionen sind — die grössten haben eine Länge von 6 cm —, immer lässt sich feststellen, dass die Richtung ihrer grössten Erstreckung mit der Schichtungsebene zusammenfällt; sie sind also concordant dem calcitischen

Zwischenmittel eingelagert. Abweichungen von dieser Regel sind so selten, dass man mit gutem Recht von ihnen abstrahiren darf. Es sei aber erwähnt, dass hin und wieder diese Gebilde mit ihrer Hauptausdehnung geneigt oder normal zur Schichtungsebene stehen.

Man ist genöthigt, diese Erscheinungsweise als eine primäre, mit der Entstehung des Gesteins eng verbundene anzusehen. Die Annahme concretionärer Bildung wäre bei jener zwischen der Schichtungsebene einerseits und der Gestalt und Lage der vorliegenden Massen andererseits herrschenden Beziehung nicht zu erklären. Concretionen pflegen sich im Anschluss an Attractionscentren zu bilden und erscheinen in Folge dieser Abhängigkeit in den verschiedensten Gestalten, als kugelige Gebilde, als lenticuläre Massen, z. Th. in den abenteuerlichsten Formen, wie das die sogenannten Lösskindel zeigen.

Eine weitere correspondirende Erscheinung erweist sich hier von wesentlichem Nutzen, das Fehlen organischer Reste in den meisten dieser Dinge. Wollte man unsere Gebilde als Concretionen hinstellen, so wäre nicht einzusehen, warum sie niemals grössere Fossilien, die doch sonst am Aufbau dieser Schichten hervorragend betheiligt sind, umhüllt haben; umsoweniger würde es uns begreiflich erscheinen, da als ausgemacht gilt, dass gerade Reste von Organismen so oft concretionäre Bildungen veranlasst haben, wie z. B. bei den Sphaerosiderit-Knollen des Carbon der Fall ist. Die makroskopischen Verhältnisse thun also schon klar dar, dass in diesen Gebilden primäre Dinge entgegentreten, die um so weniger als Rollstücke aufgefasst werden dürfen, da auch Bruchstücke von Crinoiden und Muschelfragmente, die einer Aufbereitung ihre charakteristische Gestalt haben opfern müssen, mit ihnen vergesellschaftet sind.

Weitere Anhaltspunkte für die Geröllnatur genannter Massen lehrt noch das Mikroskop kennen. Wie bei anderen Gesteinen, namentlich Eruptivgesteinen, gewisse pathologische Erscheinungen geeignet sind, ein Licht auf deren Bildungsverhältnisse zu werfen, so auch hier. Gemeiniglich sind die Gerölle mit Eisenkies stark durchsetzt, der z. Th. ihre dunklere Färbung bedingt. Die Oberflächen und mitunter, wenn die Gerölle sehr klein sind, die ganze Masse derselben, weisen Veränderungen auf, welche, berücksichtigt man den unveränderten Pyrit im Zwischenmittel und zugleich die schon betonte Widerstandsfähigkeit der Gerölle gegen Atmosphärilien, eine längere Einwirkung von Wasser, bevor die Gerölle in ihrer jetzigen Lage fixirt wurden, nahelegen. Es ist dies die Umwandlung des Eisenkieses in Eisenoxydhydrat. Die nebenbei noch stark gleichsam angenagte Oberfläche der Gerölle zeigt diese Zersetzung immer, während direct daneben der Eisen-

kies im Cäment nicht angegriffen erscheint. Es besteht somit nicht nur makroskopisch, sondern auch mikroskopisch ein scharfes Absetzen der Gerölle gegen die übrige Gesteinsmasse. Eine Veränderung in situ scheint ausgeschlossen; es würde die Frische des Pyrits im Kitt Befremden erregen, da dieser (der Kitt) ein viel weniger festes Gefüge besitzt als die Gerölle. Diese Zersetzungserscheinungen auf der Oberfläche beweisen, dass jene Gebilde wirklich von praeexistirenden Gesteinen sich ableiten.

Ein weiteres Phänomen sind die Incrustationsringe um die Gerölle. Nicht immer treten dieselben deutlich in die Erscheinung. Sie finden sich im Schliffe ausgedrückt durch Ringe von scheinbar krystallisirtem Calcit, welche die dunklen Partieen umgeben und immer eine bedeutende Klarheit besitzen, eine Folge des Fehlens der thonigen Zersetzungsproducte. In diesem um die Rollstücke zonenweise abgeschiedenen Calcit haben wir wohl eine chemische Ausscheidung zu erblicken. „Dasselbe Medium, welches den Aufbereitungsprocess vermittelt, dient zugleich als chemisches Lösungs- und Fällungsmittel.“

Ferneren Anhalt zur Bestimmung als Gerölle gewähren zerbrochene Rollstücke, deren Verwundungen durch das Bindemittel wieder ausgeheilt sind. In diesem Fall muss man in der Deutung vorsichtig sein; wenigstens darf man nicht ohne Weiteres die Fälle anziehen, wo die Ausheilung durch grobkrystallinen Calcit, dessen primäre oder secundäre Entstehung zweifelhaft erscheint, oder direct als secundäre ersichtlich ist, erfolgte. Wenn die Erfüllung der Risse durch das Bindemittel, welches die Gerölle unter einander verkittet, stattgefunden hat, so ist erwiesen, dass das Zerbrechen der Rollstücke vor oder während des Absatzes des Gesteins vor sich gegangen sein muss. Im anderen Fall können zerbrochene und wieder verkittete Gerölle auf stattgehabte Druckwirkungen hindeuten. Neben solchen Rollstücken, welche zerbrochen und deren Theile gegen einander verschoben sind — letztere liegen noch so nahe beisammen, dass ihre Zusammengehörigkeit aus den Contouren der Bruchstücke unschwer erkannt werden kann — finden sich auch solche, welche nur Berstungsrisse aufweisen, die nicht das ganze Geröll durchsetzen, sondern radial geordnet vom Centrum aus ihren Anfang nehmen und zugleich nach dem Rande zu etwas weiter werden. In seltenen dieser zahlreichen Fälle lässt sich verfolgen, dass feineres Material in die Risse eingedrungen ist. Meist freilich fallen sie dem Auge auf als Trümer von wasserklarem und grobkrystallinem Kalkspath; die zeitliche Entstehung der Spältchen kann dann direct nicht bestimmt werden. Man wird aber auch dann in vielen Fällen das Richtige getroffen haben, wenn man sie als

vor der Festwerdung des Gesteins angefüllt annimmt, da mit der Capillarwirkung dieser feinen Risse zugleich die Krystallisationskraft sich auf das in denselben circulirende Wasser, welches kohlensauren Kalk gelöst enthielt, äusserte, und beide zusammen die Ursache waren, dass der Calcit grobkrystallin ausschied. Bei dieser Annahme würden wir in der Ausfüllungsmasse jener Trümerchen primäre und chemisch zum Niederschlag gekommene Bildungen zu sehen haben.

Zum Theil und sicher mögen diese Risse auch nach der Verfestigung des Gesteins entstanden und durch Calcit ausgekleidet worden sein. Von aussen wirkenden mechanischen Einflüssen verdanken sie ihr Dasein kaum. Warum sollten nur die conglomeratischen Schichten Zeugnisse von stattgehabten Druckwirkungen, die auf Gebirgsdruck schliessen lassen, hinterlassen haben? Wenn einmal der Untere Muschelkalk dem letzteren ausgesetzt war, so müsste derselbe in gleicher Weise alle Gesteine dieser Schichtenfolge erfassen. Hierfür fehlen Anzeichen. Ebensowenig treten in der Nähe des der Untersuchung unterzogenen Profils tektonische Abnormitäten auf, wenn man von der allgemein der Mitte des Thüringer Beckens zustrebenden geringen Neigung der Schichten Abstand nimmt. Die Ursache für die Berstungsrisse, soweit sie nicht schon vor dem Festwerden des Gesteins da waren, haben wir innerhalb der Schichten selbst zu suchen. Sie erklären sich am besten und ungezwungensten wohl aus Krystallisationskräften, indem auf einzelne Gerölle vom Calcit, bei dem Bestreben sich zu grösseren Individuen zusammenzufügen und bei seiner beständigen Zufuhr von aussen, ein Druck geübt wurde. Local kann derselbe verschwinden, wenn die Vorbedingungen zu demselben fehlen. Es kann also nicht verwundern, dass die liegenden wie die hangenden Schichten von solchen Veränderungen unberührt geblieben sind. Solchen Druckwirkungen werden wohl auch die gebogenen Zwillingslamellen des Calcites ihr Dasein verdanken.

Ueber die Abstammung der Rollstücke lässt sich Bestimmtes nicht sagen; sie sind selbst wieder Kalksteine, meist ohne organische Reste wie die Bänke des unteren Wellenkalkes, oder wo sie in seltenen Fällen solche führen, lassen dieselben eine Bestimmung, welche auf eine ältere Formation verwiese, nicht zu. Namentlich muss die Abstammung von den Zechstein aufbauendem Material abgelehnt werden. An einer grossen Reihe von Gesteinen aus der Gegend von Gera angestellte Vergleiche zeigen u. d. M. ein wesentlich anderes Bild als die zur Untersuchung gekommenen Rollstücke. Ausserdem schliessen sich in den umgebenden Gebieten die palaeozoischen als Kalksteine ausgebildeten Schichten-

systeme eng an die krystallinen Schiefer an, sodass es bei der Annahme, die Kalksteinrollstücke stammten von ihnen ab, unerklärt bliebe, warum die benachbarten, viel mehr verwitterungsbeständigen krystallinen Schiefergesteine nicht ebenso oder noch häufiger als Rollstücke zugegen sind. Nur ein einziges aus der Gruppe dieser Gesteine herrührendes Geschiebe wurde gefunden, ein chloritischer Phyllit, eingelagert in eine Schaumkalkbank (die obere WAGNER's) am Jägerberg. E. E. SCHMID[1]) führt aus dem Unteren Muschelkalk von Wogau „einen gemeinen, abgerundeten, sehr glatten und glänzenden Kiesel", einen „scharfkantigen Eisenkiesel" und einen „halbkugelförmigen Bandachat" an; aus dem Oberen Muschelkalk stammen ein röthlicher Quarz und ein Granit. Die aus den conglomeratischen Schichten durch Isolation gewonnenen selteneren Mineralien sind, wie Versuche bestätigen, an die Gerölle gebunden, was auch den allgemeinen Bildungsgesetzen solcher Schichten Rechnung trägt, da es unwahrscheinlich ist, dass so kleine Körper zugleich mit den riesenhaften Rollstücken sich sollten abgesetzt haben, bei der Abhängigkeit der Grösse der Geschiebe von der Stosskraft des Wassers.

Ob bei der Ablagerung dieser Schichten Verhältnisse, wie sie LIEBE[2]) aus dem Mitteldevon Ostthüringens beschrieben hat, gewaltet haben, nämlich mechanische Aufbereitungen eben gebildeter Schichten, lässt sich nicht sicher beweisen. Der Umstand, dass sowohl die Hauptmasse der den Unteren Muschelkalk aufbauenden Kalksteine als auch die Rollstücke zum weitaus grössten Theil, in manchen Bänken durchaus von organischen Resten entblösst sind und die Geschiebe im makroskopischen Aussehen, wie im mikroskopischen Bild grosse Aehnlichkeit oder selbst Gleichheit mit gewissen älteren Kalksteinen des Unteren Muschelkalk besitzen, kann zwar einen Schimmer von Wahrscheinlichkeit für eine solche Aufbereitung bedeuten; eine unwiderlegbare Beweiskraft wohnt ihm nicht inne. Ein Aufbereitungsprocess solcher Art würde aber auch eine annehmbare Erklärung für das unvermittelte Vorkommen von Conglomeraten bieten, die zwischen Schichten liegen, welche Organismen enthalten, die der Küstenzone fremd sind. Es gilt dies von den Bänken zwischen der

[1]) E. E. SCHMID und M. J. SCHLEIDEN. Die geognost. Verhältnisse des Saalthals bei Jena, Leipzig 1846, p. 15.

[2]) K. TH. LIEBE. Die Seebedeckungen Ostthüringens. Heinrichstags-Programm des fürstl. Gymnasiums zu Gera für 1881, p. 9. — Derselbe. Uebersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens. Abh. zur geol. Spec.-Karte von Preussen und den Thüring. Staaten, Bd. V, Heft 4, 1884.

oberen und unteren Terebratel-Bank[1]). Wie schon oben gesagt, kann das nur vermuthungsweise angenommen werden; sichere Anhaltspunkte fehlen. Nach Reyer[2]) „ist besonders auffallend die Erscheinung, dass mitunter mehrere 1000 m mächtige Ablagerungen in allen Horizonten Einschaltungen von Seichtwasserbildungen (denen man die Conglomerate gewöhnlich beizählt) enthalten. Ich denke, dass sich eben auch hier ruckweise Senkungen (Vorrücken und Zusammensitzen) der bezüglichen Delta-Alluvionen abgespielt haben". Von derartigen Phänomenen kann in unserem Schichtensystem nicht die Rede sein.

Neben den Rollstücken sind in den conglomeratischen Bänken organische Reste häufig. Sie sind vorwiegend in Bruchstücken vorhanden. Namentlich Encriniten-Stielglieder walten unter ihnen vor, auch Foraminiferen *(Cornuspira*-ähnliche Formen, *Trochamina, Nodosaria)* sind keine Seltenheit und local sogar sehr angehäuft. Das fragmentare Auftreten der Fossilien beweist, dass die Organismen nach ihrem Ableben noch einer Aufbereitung zum Opfer fielen, und letztere würde wiederum die vorhin ausgesprochene, aber nur mit grosser Reserve aufgenommene Meinung, welche Bezug nahm auf die Genesis der Gerölle, bekräftigen. An den breccienhaften Muschelfragmenten und den Encriniten-Stielgliedern haftet eine Erscheinung, welche zuerst in Quarziten[3]), später auch in anderen Gesteinen[4]) beobachtet und unter dem Namen „ergänzendes Cäment" bekannt ist. Organische Reste, deren Umlagerung zu optisch einheitlich orientirtem Calcit vollzogen war, haben auf die im Gestein verkehrenden, kohlensauren Kalk haltenden Solutionen attractorisch gewirkt, derart, dass diese unter dem richtenden Einfluss der Krystallisationskraft, welche dem organischen Reste innewohnte, gezwungen waren, ihren kohlensauren Kalk auf letzteren abzulagern.

Das die Rollstücke wie die organischen Reste zusammenschweissende calcitische Bindemittel scheidet sich in zwei Theile oder Generationen. Der eine, welcher meist auch die von den Muschelschalen umhüllten Räume erfüllt, bildet Accumulationen feinkörnigen Calcites zwischen den weiter auseinander gerückten Rollstücken. In ihm haben wir einen mit den Rollstücken zusammen niedergeschlagenen, secundär aber umgeänderten (darauf

---

[1]) R. Wagner, l. c., p. 15.

[2]) Ed. Reyer. Theoretische Geologie, 1888, p. 413.

[3]) A. E. Törnebohm. Ein Beitrag zur Frage der Quarzitbildung. N. Jahrb., 1877, p. 210, Ref.

[4]) G. Klemm. Mikrosk. Untersuchungen über psammitische Gesteine. Diese Zeitschr., 1882, p. 714.

weisen die Contactformen der einzelnen Körner) Calcitschlamm anzuerkennen.

Der andere Theil des kittenden Mittels, der bezüglich seines Alters als eine zweite Generation fungirt, bildet grosskrystalline Individuen und bedeutet eine Ausfüllmasse zwischen den ursprünglich nur lose verbundenen Componenten dieser Schichten. Die Annahme, dass diese krystalline Bindesubstanz nach Ablagerung des Gesteins eingewandert sei, findet ihre Bestätigung nicht sowohl in der hochkrystallinen Ausbildungsweise des Calcites, als vielmehr darin, dass er, wie schon erwähnt, als „ergänzendes Cäment“ auftritt. Die vermehrte Tendenz zur Bildung grösserer Individuen in diesen Schichten darf nicht Wunder nehmen. Sie fusst auf derselben Erscheinung, welche sich in den Kalkspathtrümerchen offenbart, indem auf die circulirenden Wässer dort wie hier Flächenwirkungen von Seiten der Wandungen stattfanden, und mehr noch auf den Umbildungsprocessen unterworfenen fossilen Resten. Denn je zahlreicher dieselben sind, desto höher ist die Krystallinität, je mehr dieselben zurücktreten, um so mehr schwindet auch der krystalline Habitus des Bindemittels. Im weiteren Verlauf der Untersuchung kann man sich auch nicht gegen die Annahme verschliessen, dass Theile dieses bindenden Calcites als primärer chemischer Niederschlag zu Boden fielen. Erscheinungen, welche als Spuren für eine solche primäre Bildung sprechen, sind die nicht allein die Gerölle, sondern auch und besser die Muschelschalen umgebenden Incrustationsrinden. Sie bilden durch den thonigen Gemengtheil nicht getrübte Zonen um jene und bestehen aus Calciten, deren Stellung zur Schalenoberfläche und deren Nagelspitzen-ähnliche, an Krystalle erinnernde Gestalt eine Abhängigkeit von dem umschlossenen Gebilde nicht verleugnen.

In den conglomeratischen Kalksteinen sehen wir also Schichten vor uns, deren Aufbau drei oder eigentlich vier bei der Sedimentirung von Gesteinen in Betracht kommende Bildungsgesetze vor Augen führt. Der Hauptantheil kommt klastischen Elementen, zu denen die Gerölle und wahrscheinlich der kleinkörnige Calcit gehören, zu; ihm schliessen sich die organischen Reste, die z. Th. auch unter die erste Kategorie zu rechnen sind, als zweiter Bestandtheil an, während die Incrustationskränze einen primär chemischen Absatz repräsentiren, dem ein Theil des krystallinen Cäments wohl noch beizufügen ist, obgleich die Hauptmasse desselben aus einer secundären Zuführung resultirt.

4. Die mergeligen Schichten.

Die zur Gruppe der „untersten ebenen Kalkschiefer“ gehörigen mergeligen Schichten haben mit den Kalkschiefern selbst eine weitere Behandlung schon erfahren, da sie vornehmlich die Träger besonderer Structurformen sind. Es möge deswegen auf den über Structurformen handelnden Theil verwiesen sein.

D. Theoretische Betrachtungen.

Eine erhöhte Bedeutung für an Kalksteinen anzustellende genetische Betrachtungen gewinnen die p. 732—739 gekennzeichneten und bezüglich ihres Vorkommens untersuchten accessorischen Mineralien. Ihre klastische Natur gilt als erwiesen. Ihre über die Calcitkörner weit hinwegragende Grösse, mit der sie dann eine auffallende Rundung verbinden, kann direct beobachtet werden. Diese Thatsache und die fernere, dass Calcit auch in mechanisch vertragenen Körnern dem Meere zugeführt wird, wie an Flusstrüben angestellte Analysen [1]) lehren, obgleich Messungen an den im Flusswasser schwebenden Calcitkörnern wohl noch ausstehen, sprechen für eine klastische Entstehung wenigstens der unter dem Einfluss von organischen Resten nicht veränderten Kalksteine, wie es bei den Wellenkalken der Fall ist, wenn deren Calcitkörner ihre primäre Gestalt auch haben aufgeben müssen. Nach Daubrée [2]) kommt Quarzkörnern, wenn sie in sehr schwach bewegtem Wasser schwimmen und zugleich noch Abrundung erfahren sollen, eine Minimalgrösse von 0,1 mm zu. Körner, deren Durchmesser unter dieses Maass sinkt und welche denselben physikalischen Bedingungen ausgesetzt sind, werden eckige Formen behalten.

Für die conglomeratischen Schichten brauchen wir nach Formen der Gemengtheile, welche für eine klastische Natur sprechen, nicht zu suchen, da ihre Entstehung, wenn die Geröllnatur der ihnen eingelagerten fremden Massen erkannt ist, keinem Zweifel unterliegt. Sie sind eben echte Conglomerate. In ihnen fungiren z. Th. die organischen Reste wie Rollstücke, da sie erst in Folge einer am Meeresboden stattgefundenen Aufbereitung da zum Absatz gelangten, wo wir sie jetzt antreffen. Anders verhält es sich mit den ebenen Kalkschiefern, anders mit den Wellen-

---

[1]) G. Bischof. Lehrbuch der chemischen und physik. Geologie, 2. Aufl., Bd. I, p. 512. Nach Poggiale enthält Flusstrübe aus der Seine 60 pCt. (Mg, Ca) CO^3. — J. Roth. Allgem. und chem. Geologie, 1879, Bd. I, p. 618.

[2]) A. Daubrée. Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. Deutsch von A. Gurlt, 1880, p 196.

kalken. Deren Structur ist vorwiegend eine isomere, nur untergeordnet wird sie und zwar besonders durch secundäre Umlagerung zu einer anisomeren. Bei den blau - grauen Mergeln wird das letzte Structurverhältniss zur Regel. Für alle genannten Complexe erhalten die accessorischen Mineralien dieselbe Bedeutung, wie sie den Rollstücken innerhalb der Conglomerate zukommt. Wie dargethan, sind sie klastische Elemente, mit denen auch klastische Calcitkörner werden zum Absatz gekommen sein. Die anisomeren Kalksteine nun, deren grössere, porphyrisch eingesprengte Calcite eine secundäre Entstehung nicht erkennen lassen und bezüglich ihrer Grösse in naher Uebereinstimmung mit Zirkon etc. stehen, bieten vielleicht eine Handhabe, zu einer Erklärung ihrer Bildung zu gelangen. Zwar sind diese Calcitkörner nicht gerundet, sondern geradlinig begrenzt, aber meist nicht so, dass aus ihrer Gestalt ein Schluss auf eine krystallisirte Form des Calcites gestattet wäre. Es kommt also eine Erscheinung hier zum Ausdruck, welche in Widerspruch mit den an den accessorischen Mineralien gemachten Beobachtungen steht, welche den klastischen Ursprung derselben nachwiesen. Dieser Widerspruch ist nur scheinbar vorhanden. Chemische Ausscheidungen sind die Calcite nicht, denn dann müssten sie, vorausgesetzt, dass ihre primäre Gestalt noch vorliegt, entweder krystallisirt oder in rundlichen Körnern zum Niederschlag gekommen sein. Beides trifft nicht zu. Will man sie als ein secundär aus einem Aggregat normal grosser Calcitkörner hervorgegangenes Product ansehen, so steht dieser Annahme nichts entgegen. Wenn man aber bedenkt, dass jene bei secundärer Umbildung auftretenden Begleiterscheinungen vollständig fehlen und selbst da, wo reichlich Eisenverbindungen vorhanden sind, so möchte man auch von ihr absehen und sie für primäre Gebilde halten. Da sie als primäre Bestandtheile chemisch sich nicht konnten niedergeschlagen haben, so bleibt für sie nur ein klastischer Ursprung übrig. Diese Erwägung würde auch in Einklang mit den gemachten Beobachtungen stehen. Ihre geradlinige Begrenzung erklärt sich gegenüber den gleich grossen, runden Rutilen etc. aus dem geringeren specifischen Gewicht des Calcits. Auch darin möchte man eine Andeutung primären, klastischen Ursprungs sehen, dass diese Calcite durchweg gleiche Grösse besitzen, während die nachweislich secundären Umbildungs-Calcite bezüglich dieser immerhin bedeutenderen Schwankungen unterworfen sind. Wenn es versucht wurde, in diesen porphyrischen Calciten einen primären Gemengtheil festzustellen, so darf man diesen Versuch nicht auf alle Calcite dieser Kategorie ausdehnen wollen. Nur für wenige dieser

porphyrischen Schichten gilt der Schluss, zu dem wir eben gelangt sind.

Die Schwierigkeiten, zu einer Anschauung über die Art der Entstehung des Calcites zu kommen, welcher in den isomeren Kalksteinen vorwiegt, scheinen unüberwindliche. Es würde sich zunächst darum handeln, ob die ihnen zu Grunde liegende Structur eine primäre ist. Die Entscheidung hierüber kann direct aus dem Aussehen der Gesteine nicht getroffen werden, nur soviel kann aus der Structur entnommen werden, dass sie das Resultat entweder gleicher Bildungs- oder gleicher Umbildungs-Phänomene ist[1]). Das gleichmässige Korn kann ebensowohl die Folge eines Absatzes im Wasser, als die Folge irgend einer Gesteinsmetamorphose sein. Für eine Metamorphose könnte die unbestimmte Gestalt der Körner in Anspruch genommen werden und der Umstand, dass das thonige Bindemittel in dünnen Häuten zwischen den Contactflächen der Calcite lagert, ferner die Thatsache, dass häufig die früher angeführte Erscheinung eintritt, dass die Einbuchtungen und Ausbuchtungen der Körner sich entsprechen. Die letzte flüssige Form der Calcite wurde aus Lösungsprocessen abgeleitet. Es sind freilich nur geringe Anhaltspunkte, an welche man sich klammern kann, um zu einem Schluss zu gelangen. Die letzten sprachen für eine Umbildung der isomeren Kalksteine unseres Schichtensystems. In ihnen fehlen Fossilreste. Nur hin und wieder geben sich in ihnen Foraminiferen zu erkennen, ohne von hervorragenden Umwandlungs-Phänomenen begleitet zu sein. Absolut frei von thierischen Resten sind diese Schichten, unter ihnen die Wellenkalke, also nicht. Anzunehmen, dass dieselben bei ihrer Bildung organische Reste in reichlicherem Maasse umschlossen hätten, entbehrt der Begründung. Allerdings lässt sich der Beweis, dass dieselben keine enthalten hätten, ebensowenig erfinden.

Die für die Wellenkalke charakteristischen, als Wellenfurchen gedeuteten, wellenförmig auf- und niedersteigenden Schichtflächen würden eine lebhafte, während der Bildung des Gesteins sich vollziehende Wasserbewegung fordern. Bei dieser Bewegung musste natürlich eine Sonderung der am Boden des Meeres liegenden Körner stattfinden und sie könnte ebenso für das gleichmässige Korn, wie für die richtungslose Structur der Wellenkalke, obwohl glimmerige Bestandtheile, die z. B. Parallelstructur hätten bedingen können, manchmal reichlich vorhanden sind, verantwortlich

---

[1]) H. O. Lang. Ueber Sedimentärgesteine aus der Umgegend von Göttingen. Diese Zeitschrift, 1881, p. 270.

gemacht werden können. Man sieht also, wie die eine Erscheinung für primäre Structur, eine andere für secundäre spricht.

Wie wir bei der Bildung der Wellenkalke eine lebhafte Bewegung der Meereswässer als wirksam annahmen, ebenso verhält es sich bei anderen Schichten; es gilt dies nicht sowohl von den Conglomeraten, als vielmehr von einigen festen krystallinen, bestimmte Fossilien reichlich führenden Bänken. So bestehen die Trochitenbänke der unteren wie der oberen Abtheilung des Unteren Muschelkalks aus Bruchstücken von Encriniten; so deuten gewisse Erscheinungen darauf hin, dass von den Lamellibranchiaten und Brachiopoden nur die Schalen da zum Absatz gelangten, wo sie sich jetzt finden; auch zerbrochene Muschelschalen geben der Annahme Raum, dass eine Bewegung am Meeresgrund von statten ging. Manche Theile festerer Muschelbänke bestehen aus einem wahren Agglomerat von Schalenfragmenten.

Fassen wir Alles zusammen, so kann man sich dem Eindruck nicht verschliessen, dass es äusserst schwer fällt, für eine bestimmte Schicht die Entstehungsart festzusetzen. Es wirken immer mehrere Momente neben einander. Bald überwiegt das eine vor dem anderen, bald halten sie sich die Wage. So sind es die Producte dreier Bildungsweisen, welche zu den Gesteinen, die am Unteren Muschelkalk participiren, beigetragen haben:

1. Klastische Elemente, wie die Glimmer und die seltenneren Mineralien, dann ein Theil des Calcites und vornehmlich Rollstücke, denen viele Schalen und Schalenfragmente äquivalent sind;
2. chemisch niedergeschlagene Producte, wie es namentlich die auf der Oberfläche von Geröllen und organischen Resten sich findenden Incrustationsringe sind;
3. organische Reste, welche einen Transport von anderen Orten her nicht erfahren haben, sondern Ueberreste von in situ gestorbenen Thieren darstellen.

An die chemischen Ausscheidungen reiht sich auch der secundär eingeführte Calcit, der in den Conglomeraten und den Muschelbänken eine weitgehende Festigkeit erzeugt hat. —

Wenn wir auf die Verhältnisse des Meeres, in welchem unser Glied der Schichtenreihe des Muschelkalks sich absetzte, den Blick richten, so haben wir schon geglaubt annehmen zu müssen, dass zeitweise an dem Grunde dieses Meeresbeckens eine lebhaftere Bewegung statt hatte; für sie kann man die unvermittelt auftretenden conglomeratischen Kalksteine anführen. Zu derselben Annahme zwingen uns die für Wellenfurchen gehaltenen Erscheinungen, wenn mit dieser Deutung das Richtige getroffen

ist. Nach neueren Beobachtungen[1]) üben Wellenbewegungen eine Wirkung auf den Meeresboden bis zu 200 m Tiefe aus, wenn auch theoretisch nach K. v. Fritsch eine solche noch über 3000 m hinaus würde eintreten können. Auf solchen Beobachtungen basirend, würde man zu dem Schluss gelangen, dass das damals vorhandene Meer Tiefenverhältnisse aufwies, wie sie in der Gegenwart die Nordsee besitzt; in dieser vereint sich mässige Tiefe mit z. Th. tief reichenden Bewegungen. Der Charakter der Nordsee ist durch G. v. Boguslawski[2]) treffend dargelegt worden. Er nennt sie ein im Grossen und Ganzen seichtes Meer, dessen Boden einen Theil der grossen Bank bildet, welcher die britischen Inseln angehören und dessen Tiefen in dem südöstlichen Theile 60 m nicht übersteigen. Nach Norden zu fällt der Boden allmählich und ungefähr bis zu 200 m ab, ohne, abgesehen von der norwegischen Rinne, dieses Maass zu überschreiten. Eine Niveauverschiebung von etwa 100—200 m, sei sie durch Hebung des Nordseebodens oder durch Vertiefung eines anderen Meerestheiles bedingt, würde einen beträchtlichen Zuwachs für den europäischen Continent bedeuten.

Die geringe Tiefe des Meeres, verbunden mit Küstennähe, macht es erklärlich, warum selbst innerhalb deutschen Gebietes der Untere Muschelkalk bedeutende Faciesunterschiede in petrographischer Hinsicht aufweist. So stellt er in manchen linksrheinischen Theilen (Lothringen, Luxemburg)[3]) eine entschiedene, durch die Ausbildung bestätigte Litoralablagerung dar. Die grosse Uebereinstimmung der dort wie bei uns überlieferten Fauna lehrt, dass dieselbe den auf Grund petrographischer Untersuchung gewonnenen Ansichten mindestens nicht widerspricht.

---

[1]) Delesse. Lithologie du fond des mers de France et des mers principales du globe, 1871, p. 111 bis 188 m. Er fasst die ripple marks nicht als Consequenz einer ausserordentlichen Bewegung, sondern als die einer stetig wirkenden Kraft auf. — F. v. Richthofen. Führer für Forschungsreisende, 1886, p. 327 bis zu 200 m. — K. v. Fritsch. Allgemeine Geologie, 1888, p. 27 bis zu 177 m.

[2]) G. v. Boguslawski. Handbuch der Ozeanographie, Stuttgart, 1884, Bd. I, p. 89.

[3]) E. W. Benecke. Ueber die Trias in Elsass-Lothringen und Luxemburg. Abh. zur geol. Sp.-K. von Elsass-Lothringen, 1877. — M. Blanckenhorn. Die Trias am Nordrande der Eifel. Abh. z. geol. Sp.-K. von Preussen, Bd. VI, Heft 2, 1885.

	Beschreibung des Gesteins.	Bezeichn. des Gest. makroskop.	Mikrosko
ο.	dolomitischer, eisenreicher, cavernöser Kalkstein über den blau-grau. Mergeln. Fast roth-gelb.	dolomitischer Kalkstein.	anisomer stark v
π.	Mergel, zerreiblich, ockerig, an der Zunge haftend, sich fettig anfühlend, strohgelb (trocken).	dolomitischer Mergel.	anisomer.
ρ.[1])	wie π, nur fester und kalkreicher.	dolomitischer Mergel.	anisomer; (Flaser Die gr gate vo hydrat

II. Der untere Wel

1. 6,88 m We

α.	Bank grauen Kalksteins (2—3 cm) mit resorb. Muschelschalen; auf den Hohlräumen Calcitkrystalle (R) (0,3-0,5mm); Flecken v. Eisenoxydhydrat; verwischte kleine Wülste.	dichter, stellenweise grob-krystalliner Kalkstein.	isomer.
β.	grauer wulstiger Kalkstein mit wenigen org. Resten.	Wellenkalk.	anisomer.
γ.	hell grauer, etwas mergeliger Kalkstein ohne Fossilien.	Wellenkalk.	isomer.
δ.	Bank wie α (2—3 cm); Fossilführung auf die Mittelzone beschränkt.	dichter, stellenweise grob-kryst. Kalkstein.	isomer, lo
ε.	röthlich graue Bank, wie α und δ.	dichter, stellenweise grob-kryst. Kalkstein.	isomer; umgewa Reste anisome
ζ.	helle, ebenschichtige Kalkschiefer mit hufeisenförmigen, regelmässig. Wülsten.	dichter Kalkstein.	isomer.
η.	flaserig, grau, fest; ohne org. Reste.	Flaserkalk.	isomer.
ϑ.	grau, dicht; ohne org. Reste; von äusserst schmalen Calcittrümern durchsetzt.	Wellenkalk.	isomer.

[1]) ο, π, ρ hält W. Frantzen (Untersuch. ü. die Glied. des Unt. Muschelk. der oberen Grenze des Röth auftretenden gelben Kalken und möchte deshalb kalk setzen. E. E. Schmid selbst, der denBegriff der „u. eb. K.“ eingeführt h kalken, als von den darunterliegenden Mergeln scheiden“. (In Erläuterung zu

Der Untere Muschelkalk. Mächtigkeit 105 m.

A. Untere Abtheilung. Mächtigkeit 51 m.

I. Die untersten ebenen Kalkschiefer (nach E. E. Schmid). 9 m mächtig.

	Beschreibung des Gesteins.	Bezeichn. des Gest. makroskop.	Mikroskop. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
α.	hell graue, dichte, bei der Verwitterung aufblätternde und bleichende Kalksteine; in frischem Zustande ohne Tendenz zur Schieferung. Hauptheil der „u. e. K." besteht aus ihnen.	dichter Kalkstein, im verwitterten Zustand Kalkschiefer.	isomer.			einzelne Foraminiferen.
β.	krystalline Bank. An Fossilien namentlich *Myoph. vulg.*; *Lima str.* selt. Nach der Unterseite der Bank nimmt der Thongehalt zu.	dichter, im oberen Theil der Bank krystalliner Kalkstein.	isomer, stellenweise anisomer.			
γ.	5 cm mächtige Bank mit selt. org. Resten. In der Mittelzone cavernös. hell bläulich grau.	mergeliger Kalkstein.	isomer.		wenig Zirkon, Turmalin, Rutil.	
δ.	z. Th. krystall. Bank mit resorb. Muschelschal.; durchtrümert von zahlreichen Calcitäderchen; dunkel braun-gelb, bei der Verwitterung bleichend.	schwach krystalliner Kalkstein.	isomer, stellenweise anisomer; parallelstruirt.	einzelne Körner.	Zirkon; Rutil, Turmalin selten.	nicht selten Foraminiferen.
ε.	wie α.	Kalkschiefer.	isomer; Parallelstrukt.		Zirkon, Rutil selten.	wenige Foraminiferen.
ζ.	dünnschichtige, eben spaltende Kalksteine; Spaltungsplatten 0,2—0,3 cm dick.	Kalkschiefer.	isomer.		Zirkon, Rutil, Turm. selten; Eisenglanz sehr selten.	
η.	etwa 1 cm mächtige Bank mit zahlreichen Foraminiferen; an den Begrenzungsflächen porös.	dichter Kalkstein	anisomer; Parallel- (Flaser-) struktur; oolitisch.			von Calcittrümern durchkreuzt.
ϑ.	Kalkstein, wie α, ε, aber bröcklig, thonreicher, deshalb trocken heller, feucht dunkler als diese, z. Th. mit hellen Flecken.	Kalkschiefer.	isomer.	einzelne Körner.	Zirkon, Turmalin, Rutil häufig; Granat, Anatas, Brookit selten.	
ι.	thonreicher Kalkstein, ohne erkennbare Organismen.	mergeliger Kalkschiefer.	anisomer, ohne Abhängigkeit der Struktur von org. Rest.; mit Schmitzen heller gefärbt. Calcitaggreg.	häufig.	Zirkon, Rutil, Turmalin häuf.; Brookit, Anatas selt.; Eisenglanz sehr selt.; als Feldspath erkennbare Reste.	
κ.	blau-grauer (bergfeucht) Mergel, trocken grau.	Mergel.	isomer, blau durch FeS^2.		Zirkon; Granat; Rutil, Turmalin selten.	
λ.	zwischen den Mergeln liegender plattiger Mergelkalk.	mergeliger Kalkschiefer.	isomer.	wenig.	Zirkon selten; Rutil sehr selten.	
μ.	wie κ; ohne organische Reste.	Mergel.	isomer, an manchen Stellen wenig porphyrisch.		Zirkon, Rutil, Turmalin häufig; Granat, Anatas, Brookit selten.	
ν.	mergeliger Kalkstein, ähnelt α, ε, ϑ.	Kalkschiefer.	anisomer.		Zirkon wenig; Rutil selt.	

p. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
, sekundär erändert.	wenige Körner.	Zirkon, Rutil selten.	u. d. M. Gastropoden zu erkennen.
	wenig.	Zirkon sehr häuf.; Rutil, Turmalin häuf.; Granat, Anatas, Brookit selt.	
Parallel-) - Struktur. öss. Aggre- n Eisenoxyd- umhüllt.	nicht selten.	Zirkon sehr häuf.; Rutil wenig; Turmalin, Eisenglanz sehr selten; Feldspathreste.	einige Foraminiferen.

lenkalk. 42 m mächtig.

llenkalk, darin:

	wenig.	Zirkon, Rutil, Turmalin, Granat selten; Brookit (blau), Eisenglanz sehr selten.	wenige verkieste Foraminiferen.
	wenig.	Zirkon sehr häuf.; Turmalin, Rutil häuf.; Granat selten.	mit mikroskopischen, an pseudoolith. Struktur erinnernden, linsenförmigen Partieen, die als Rollstücke nicht gedeutet werden können.
		Zirkon, Rutil selten.	
xal anisomer.	selten.	Zirkon selten; Rutil, Granat, Anatas sehr selten.	
durch stark ıdelte org. stellenweise .	selten.	Zirkon häuf.; Rutil, Turmalin, Granat selt.; Anatas, Brookit, Eisenglanz sehr selten.	
	wenig.	Zirkon, Rutil häuf.; Turmalin, Granat selten.	wenige verkieste Foraminiferen.
		nicht geprüft.	

etc. Jahrb. d. k. pr. L. für 1887 p. 7, 8.) für identisch mit dem bei Meiningen an die Stufe der „u. eb. K.“ mehr in Beziehung zu dem Röth als zu dem Muschelıt, giebt an, dass „sich dieselben fast schärfer von den darüberliegenden Wellen- Blatt Jena. 1872. p. 6). Hierauf stützt auch Frantzen seine Ansicht.

	Beschreibung des Gesteins.	Bezeichn. des Gest. makroskop.	Mikrosk
β.	ebenschichtiger, hell grauer, fossilfreier Kalkstein.	Wellenkalk.	isomer; tur, ber färbend
γ.	kleinwulstig, thonreich, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.
δ.	blau-grau.	Wellenkalk.	isomer.
ε.	gelb-grau.	Wellenkalk.	isomer.
ζ.	Bank festen, dichten hell grauen Kalksteins, ohne org. Reste.	dichter Kalkstein, makrosk. mit Parallelstruktur.	isomer.
	5. mittlere konstante Bank. 3,5 m		
α.	grau, mit dicken Wülsten, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.
β.	flaserig, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.
γ.	rauchgrau, fest; einzelne Encriniten-glieder; mit dicken Wülsten.	dichter Kalkstein.	isomer.
	6. obere kons		
α.	flaserig, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.
β.	ebenschichtig, plattig, grau.	kryst. Kalkstein.	anisomer

B. Obere Abthei

III. Unterer Te

α.	stark krystalline blau-graue Bank; auf den angewitterten Flächen Ausscheidung von Eisenoxydhydrat; reich an org. Resten, darunter wenige Terebrateln, einzelne Trochiten, *Lima str.*, *Pleurotomaria.*	Lumachelle.	anisomer.
β.	konglomeratischer Kalkstein mit einzelnen Trochiten.	konglomeratischer Kalkstein.	anisomer.

IV. Schichten zwischen oberem un

α.	grauer, krystalliner Kalkstein mit grünen „glaukonitischen Punkten“ und flachen Scherben dunklen Kalksteins; das Bindemittel wiegt vor; viele Crinoiden-Reste; lokal recht angehäufte Foraminiferen; vereinzelte Brachiopoden.	konglomeratischer Kalkstein.	wo org. ist das isomer, i es seku wandlun lich gew

	Beschreibung des Gesteins.	Bezeichn. des Gest. makroskop.	Mikroskop. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
ρ.	dolomitischer, eisenreicher, cavernöser Kalkstein über den blau grau. Mergeln. Fast roth-gelb.	dolomitischer Kalkstein.	anisomer, sekundär stark verändert	wenige Körner.	Zirkon, Rutil selten.	n. d. M. Gastropoden zu erkennen.
π.	Mergel, zerreiblich, ockerig, an der Zunge haftend, sich fettig anfühlend, strohgelb (trocken).	dolomitischer Mergel.	anisomer.	wenig.	Zirkon sehr häuf.; Rutil, Turmalin häuf.; Granat, Anatas, Brookit selt.	
ρ.[1])	wie π, nur fester und kalkreicher.	dolomitischer Mergel.	anisomer; Parallel- (Fluser) - Struktur. Die gröss. Aggregate von Eisenoxydhydrat umhüllt.	nicht selten.	Zirkon sehr häuf.; Rutil wenig; Turmalin, Eisenglanz sehr selten; Feldspathreste.	einige Foraminiferen.

II. Der untere Wellenkalk. 42 m mächtig.

t. 6,88 m Wellenkalk, darin:

α.	Bank grauen Kalksteins (2–3 cm) mit resorb. Muschelschalen; auf den Hohlrammen Calcitkrystalle (R) (0,3–0,5mm); Flecken v. Eisenoxydhydrat; verwischte kleine Wülste.	dichter, stellenweise grob-krystalliner Kalkstein.	isomer.	wenig.	Zirkon, Rutil, Turmalin, Granat selten; Brookit (blau), Eisenglanz sehr selten.	wenige verkieste Foraminiferen.
β.	grauer wulstiger Kalkstein mit wenigen org. Resten.	Wellenkalk.	anisomer.	wenig.	Zirkon sehr häuf.; Turmalin, Rutil häuf.; Granat selten.	mit mikroskopischen, an pseudoolith. Struktur erinnernden, linsenförmigen Partieen, die als Rollstücke nicht gedeutet werden können.
γ.	hell grauer, etwas mergeliger Kalkstein ohne Fossilien.	Wellenkalk.	isomer.		Zirkon, Rutil selten.	
δ.	Bank wie α (2–3 cm). Fossilführung auf die Mittelzone beschränkt.	dichter, stellenweise grob-kryst. Kalkstein.	isomer, lokal anisomer.	selten.	Zirkon selten; Rutil, Granat, Anatas sehr selten.	
ε.	röthlich graue Bank, wie α und δ.	dichter, stellenweise grob-kryst. Kalkstein.	isomer: durch stark umgewandelte org. Reste stellenweise anisomer.	selten.	Zirkon häuf.; Rutil, Turmalin, Granat selt.; Anatas, Brookit, Eisenglanz sehr selten.	
ζ.	helle, ebenschichtige Kalkschiefer mit hufeisenförmigen, regelmässig. Wülsten.	dichter Kalkstein.	isomer.	wenig.	Zirkon, Rutil häuf.; Turmalin, Granat selten.	wenige verkieste Foraminiferen.
η.	flaserig, grau, fest; ohne org. Reste.	Flaserkalk.	isomer.			
ϑ.	grau, dicht, ohne org. Reste; von äusserst schmalen Calcittrümern durchsetzt.	Wellenkalk.	isomer.		nicht geprüft.	

[1]) ρ, π, ρ halt W. Frantzen (Untersuch. u. die Gliedl. des Unt. Muschelk. etc. Jahrb. d. k. pr. L. für 1887 p. 7, 8.) für identisch mit dem bei Meiningen an der oberen Grenze des Roth auftretenden gelben Kalken und möchte deshalb die Stufe der „u. eb. K." mehr in Beziehung zu dem Roth als zu dem Muschelkalk setzen. E. E. Schmid selbst, der den Begriff der „u. eb. K." eingeführt hat, giebt an, dass „sich dieselben fast schäfer von den darüberliegenden Wellenkalken, als von den darunterliegenden Mergeln scheiden". (In Erläuterung zu Blatt Jena. 1872. p. 6). Hierauf stützt auch Frantzen seine Ansicht.

	Beschreibung des Gesteins.	Bezeichn. des Gest. makroskop.	Mikroskop. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
ι.	wulstig, dicht; viel Eisenoxydhydrat.	Wellenkalk.	anisomer (secundär).		nicht geprüft.	infolge der secundär ausgebildeten anisomeren Struktur hat eine Sonderung in der Weise Platz gegriffen, dass die thonige Substanz auf rundliche Partieen zusammengedrängt erscheint.
κ.	grau, flach gewellt; ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.		Zirkon sehr selten.	
	2. 13,12 m Wellenkalk, davon:					
α.	röthlich graue Bank, mit nur wenigen dunkler gefärbten, flach scheibenförmigen Rollstücken 20 cm.	konglomeratischer Kalkstein.	anisomer.	wenig.	Zirkon selten; Turmalin, Rutil sehr selten.	die org. Reste sind in Eisenoxydhydrat eingekleidet. Die wenigen Rollstücke isomer und ohne org. Reste. Auch seltene Foraminiferen.
β.	kaum geflaserter grau-grüner Kalkstein; mit wenigen Calcittrümerchen.	Wellenkalk.	isomer.	wenig.	Zirkon hauf.; Turmalin, Rutil selten; Anatas, Brookit sehr selten.	selten verkieste Foraminiferen.
γ.	Bank dichten, ziemlich festen, bläulichen Kalksteins, 15 cm.	dichter Kalkstein.	isomer, auch wenige grössere Calcite.		Zirkon selten; Rutil sehr selten; ausserst reich an Eisenkies.	
	3. 3,50 m flaserige Kalkschiefer.					
α.	dünnflaserig, leicht zerbrechlich, thonreich, grau.	Wellenkalk.	isomer.		nicht geprüft.	schwache Andeutung von org. Resten (Mollusken-Schal.?).
β.	dunkel grauer Kalkstein, hin und wieder mit Trochiten.	Wellenkalk.	isomer; undeutlich flaserig.			
γ.	Bank mit zahlreichen Trochiten.	Trochitenkalk.	anisomer.			Foraminiferen: *Trochammina* sehr hauf
δ.	linsenförmige Einlagerung bläulichen Kalksteins in α; reich an org. Resten, hoch-krystallin; makrosk. erkennbarer Coelestin.	Lumachelle.	anisomer; die Grundmasse für sich isomer.	sehr reichlich, etwa $^1/_6$–$^1/_5$ an Gewicht.		einzelne Trochiten.
ε.	blau-grauer Kalkstein.	dichter Kalkstein.	wenige porphyr. Quarze, undeutliche Flaserung.		nicht geprüft.	
ζ.	dunkler als ε, wulstig.	Wellenkalk.	porphyrisch.		Zirkon, Turmalin, Rutil; Anatas, Brookit selten.	hanfig verkieste Foraminiferen.
η.	Einlagerung wie δ, in Wellenkalk übergehend; Crinoiden-Reste.	Lumachelle.	anisomer.	sehr reichlich.		undeutliche Foraminiferen
	4. untere konstante Bank. 11 m flaserige Kalkschiefer.					
α.	röthlich graue Bank, mit sporadischen linsenförmigen Rollstücken.	konglomeratischer Kalkstein.	anisomer.		nicht geprüft.	Gerolle isomer u. ohne Fossilien, einzelne Foraminiferen im Cement

p.	pp. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
	Flaserstruk- uhend auf der en Thonmasse.		Zirkon selt.; Rutil, Turmalin, Granat sehr selt.	
		wenig.	Zirkon, Rutil, Turmalin.	
			Zirkon, Turmalin häuf.; Rutil, Anatas selten.	zweifelhafte Andeutungen v. org. Resten; sicher aber verkieste Foraminiferen.
			Turmalin, Zirkon, Rutil.	
			Zirkon, Turmalin, Rutil, Anatas.	
	ünnschichtige, flaserige Kalkschiefer.			
			Zirkon, Turmalin, Rutil selten.	
			Zirkon selt.; Rutil s. selt.	
				Ostrakoden-ähnliche Reste; wenige Foraminiferen erkennbar.
	tante Bank. 4 m.			
		reichlich.	Turmalin, Rutil sehr selt.	
			nicht geprüft.	

ilung. Mächtigkeit 54 m.

rebratel-Kalk. 1/3 m.

	reichlich.	Zirkon, Turmalin, Rutil sehr selten.	wenige Foraminiferen: *Trochamina.*
	einzelne Körner.	Zirkon, Turmalin häuf.; Rutil, Brookit selt.; reich an Eisenkies.	Rollstücke isomer, zeigen Andeutungen von org. Resten (Muschelschalen-Fragmente). — Wenige verkieste Foraminiferen.

d unterem Terebratel-Kalk. 24—15 m.

Reste fehlen, Bindemittel m übrigen ist ndären Umgen zugängesen.	einzelne Körner.	Zirkon häuf.; Turmalin, Rutil, Eisenglanz selt.; reich an Eisenkies.	nicht gerade häufige verkieste Foraminiferen. — *Ammodiscus, Cornuspira, Trochamina.* — Rollstücke: Eisenkiesreiche Kalksteine, die z. Th. durch Oxydation gelb geworden sind; mit isomerer Struktur, frei von org. Resten.

	Beschreibung des Gesteins	Bezeichn. der Gest. makroskop.	Mikrosk
		VIII. Schichten über dem Schau	
α.	grünlich grauer Kalkstein, innerhalb desselben β; lokal pseudoolithisch.	Lumachelle.	isomere
β.	Bank hell grauen Kalksteins.	dichter Kalkstein.	anisome Paralle
γ.	reich an Trochiten.	Trochiten-Kalk.	anisome
δ.	hell, flaserig, fleckig; mit γ.	Flaserkalk.	isomer.
ε.	heller, etwas schaumiger, cavernöser Kalkstein; an verwitterten Stellen mürbe und gelb, Muschelfragmente häufig.	Lumachelle.	anisome

	Beschreibung des Gesteins.	Bezeichn. des Gest. makroskop.	Mikroskop. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
β.	ebenschichtiger, hell grauer, fossilfreier Kalkstein.	Wellenkalk.	isomer; Flaserstruktur, beruhend auf der färbenden Thonmasse.		Zirkon selt.; Rutil, Turmalin, Granat sehr selt.	
γ.	kleinwulstig, thonreich, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.	wenig.	Zirkon, Rutil, Turmalin.	
δ.	blau-grau.	Wellenkalk.	isomer.		Zirkon, Turmalin häuf.; Rutil, Anatas selten.	zweifelhafte Andeutungen v. org. Resten; sicher aber verkieste Foraminiferen.
ε.	gelb-grau.	Wellenkalk.	isomer.		Turmalin, Zirkon, Rutil.	
ζ.	Bank festen, dichten hell grauen Kalksteins, ohne org. Reste.	dichter Kalkstein, makrosk. mit Parallelstruktur.	isomer.		Zirkon, Turmalin, Rutil, Anatas.	
	5. mittlere konstante Bank. 3,5 m dünnschichtige, flaserige Kalkschiefer.					
α.	grau, mit dicken Wülsten, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.		Zirkon, Turmalin, Rutil selten.	
β.	flaserig, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.		Zirkon selt.; Rutil s. selt.	
γ.	rauchgrau, fest; einzelne Encriniten-glieder; mit dicken Wülsten.	dichter Kalkstein.	isomer.			Ostrakoden-ähnliche Reste; wenige Foraminiferen erkennbar.
	6. obere konstante Bank. 4 m.					
α.	flaserig, ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.	reichlich.	Turmalin, Rutil sehr selt.	
β.	ebenschichtig, plattig, grau.	kryst. Kalkstein.	anisomer.		nicht geprüft.	

B. Obere Abtheilung. Mächtigkeit 54 m.

III. Unterer Terebratel-Kalk. ½ m.

α.	stark krystalline blau-graue Bank; auf den angewitterten Flächen Ausscheidung von Eisenoxydhydrat; reich an org. Resten, darunter wenige Terebrateln, einzelne Trochiten, *Lima str.*, *Pleurotomaria*.	Lumachelle.	anisomer.	reichlich.	Zirkon, Turmalin, Rutil sehr selten.	wenige Foraminiferen: *Trochamina*.
β.	konglomeratischer Kalkstein mit einzelnen Trochiten.	konglomeratischer Kalkstein.	anisomer.	einzelne Körner.	Zirkon, Turmalin häuf.; Rutil, Brookit selt.; reich an Eisenkies.	Rollstücke isomer, zeigen Andeutungen von org. Resten (Muschelschalen-Fragmente). — Wenige verkieste Foraminiferen.

IV. Schichten zwischen oberem und unterem Terebratel-Kalk. 24—15 m.

α.	grauer, krystalliner Kalkstein mit grünen „glaukonitischen Punkten" und flachen Scherben dunklen Kalksteins; das Bindemittel wiegt vor; viele Crinoiden-Reste; lokal recht angehäufte Foraminiferen; vereinzelte Brachiopoden.	konglomeratischer Kalkstein.	wo org. Reste fehlen, ist das Bindemittel isomer, im übrigen ist es sekundären Umwandlungen zugänglich gewesen.	einzelne Körner.	Zirkon häuf.; Turmalin, Rutil, Eisenglanz selt.; reich an Eisenkies.	nicht gerade häufige verkieste Foraminiferen. — *Ammodiscus*, *Cornuspira*, *Trochamina*. — Rollstücke: Eisenkiesreiche Kalksteine, die z. Th. durch Oxydation gelb geworden sind; mit isomerer Struktur, frei von org. Resten.

	Beschreibung des Gesteins.	Bezeichn. des Gest. makroskop.	Mikroskop. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
β.	grau, flaserig; ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomere Struktur, nur selten durch grob-kryst. Calcittrümer gestört.	selten.	Zirkon sehr selten.	
γ.	durch ein z. Th. hoch-krystallines Bindemittel zusammengehaltene, plattenförmige Kalkstein-Rollstücke von dunkler und gelber Farbe; Encriniten-Reste.	konglomeratischer Kalkstein.	Bindemittel angenähert isomer, theils aber auch anisomer.	wenig.	Zirkon, Turmalin, Rutil, Granat, Anatas selt.; reich an Eisenkies.	Rollstücke, dunkler durch reichlichere thonige Substanz, besitzen isomere Struktur bei fehlenden org. Resten. — Einzelne verkieste Foraminiferen.
δ.	durch reichliches krystallines Bindemittel verkittete grau-blaue Kalkstein-Gerölle; seltene Encriniten-Reste.	konglomeratischer Kalkstein.	das Bindemittel ist wohl seiner ursprünglichen Struktur entkleidet, wie auch γ u. α.		Zirkon, Turmalin, Rutil häuf.; reich an Eisenkies.	Rollstücke isomer, ohne org. Reste. — Oefter verkieste Foraminiferen.
ε.	graue Kalkstein-Rollstücke sind durch spärliches Bindemittel verkittet.	konglomeratischer Kalkstein.	Grundmasse anisomer.		Turmalin, Zirkon sehr selten.	Rollstücke isomer, ohne Fossilien. Selten verkieste Foraminiferen.
ζ.	graue und röthliche Rollstücke und zahlreiche Trochiten, verkittet durch ein weiss-graues Bindemittel.	konglomeratischer Kalkstein.	isomere Grundmasse.		Zirkon selten; Rutil sehr selten.	wenige verkieste Foraminiferen.
	V. Oberer Terebratel-Kalk (Terebratula-Kalk Schmid's). etwa 4,5 m.					
α.	gelb-grauer mergeliger Kalkstein.	Mergelschiefer.	isomer.		nicht geprüft.	selt. Foraminiferen: *Nodosaria*.
β.	Terebratula-Kalk; zahlreiche, z. Th. fragmentare Terebrateln zusammengekittet, z. Th. mit erhaltener eigenthümlicher Struktur; alle org. Reste in regelmässigster Weise von Höfen von Eisenoxydhydrat umsäumt.	Lumachelle.	anisomer.			
	VI. Schichten zwischen oberem Terebratel-Kalk und Schaumkalk (oberer Wellenkalk Schmid's). 19 m.					
α.	hell grau, flaserig; Trümerchen und Nester von Coelestin, unabhängig von org. Resten.	Wellenkalk.	isomer.	reichlich.		
β.	grünlich grau; mit flachen Wülsten; selten Crinoiden-Reste.	etwas krystalliner Kalkstein.	anisomer.		Zirkon, Granat selt.; Rutil s. sel.; reich an Eisenkies.	viele verkieste Foraminiferen.
γ.	grau, wulstig, leicht zerfallend; ohne org. Reste.	Wellenkalk.	isomer.		Zirkon selten.	
δ.	linsenförmige Einlagerung im Wellenkalk; hell grau; viele resorb. Muschelschal.; makrosk. Coelestin, selten Crinoiden-Reste.	Lumachelle.	isomeres Bindemittel.	sehr reichlich.		die Harttheile der Mollusken umhüllen z. Th. isomeres Bindemittel
ε.	sehr hell gefärbter Kalkstein.	Kalkschiefer.	isomer; auch porphyrische Quarze; Parallelstruktur.	wenig.	Zirkon, Rutil, Turmalin selt.; Eisenglanz sehr selten.	

VII. Schaumkalk. 1,3 m mächtig.

	Beschreibung des Gesteins	Bezeichn. der Gest. makroskop.	Mikroskop. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
	VIII. Schichten über dem Schaumkalk bis zum Mittleren Muschelkalk.					
α.	grünlich grauer Kalkstein, innerhalb desselben β; lokal pseudoolithisch.	Lumachelle.	isomere Grundmasse.	reichlich.		Foraminiferen, z. Th. verkiest; ursprünglich wohl recht zahlreich vorhanden, aber in Kalkspathaggregate von rundlichen Contouren umgewandelt
β.	Bank hell grauen Kalksteins.	dichter Kalkstein.	anisomer; undeutliche Parallelstruktur.			
γ.	reich an Trochiten.	Trochiten-Kalk.	anisomer.		nicht geprüft.	
δ.	hell, flaserig, fleckig; mit γ.	Flaserkalk.	isomer.			
ε.	heller, etwas schaumiger, cavernöser Kalkstein; an verwitterten Stellen mürbe und gelb, Muschelfragmente häufig.	Lumachelle.	anisomer.	wenig.	Zirkon selten.	

op. Struktur.	Coelestin.	Accessoria.	Sonstige Eigenthümlichkeiten.
mkalk bis zum Mittleren Muschelkalk.			
Grundmasse.	reichlich.		Foraminiferen, z. Th. verkiest; ursprünglich wohl recht zahlreich vorhanden, aber in Kalkspathaggregate von rundlichen Contouren umgewandelt.
r; undeutliche lstruktur.			
r.		nicht geprüft.	
r.	wenig.	Zirkon selten.	

Erläuterung zur beigefügten Tabelle.

Die Tabelle soll als Résumé dessen, was in der vorhergegangenen Arbeit behandelt wurde, gelten und ausserdem wenige in der Arbeit selbst übergangene Verhältnisse berühren. Wie leicht ersichtlich, ist sie im Anschluss an R. Wagner bearbeitet worden. Die Gründe sind leicht einzusehen. Es ist nicht schwer, da die wichtigsten Momente der Eintheilung nach Wagner beigegeben sind, sich über die Stellung der aufgeführten Gesteine zu orientiren. Im Allgemeinen ist die Uebereinanderfolge der Gesteine auch in der Tabelle zum Ausdruck gekommen.

Die erste Rubrik beschreibt die Gesteine makroskopisch; in der zweiten kommt die kurze, am besten anzuwendende Bezeichnung zur Kenntniss. Die dritte Abtheilung versucht das sich darbietende mikroskopische Bild in möglichster Einfachheit darzustellen. Der Verbreitung des Coelestins wird in der vierten Colonne gedacht, während in der folgenden die accessorischen Mineralien nach ihrer Häufigkeit so an einander gereiht werden, dass das häufigst auftretende zuerst, das seltenste zuletzt genannt wird. Für die Glimmer wurde wegen ihrer allgemeinen Verbreitung auf genauere Angaben verzichtet. Dasselbe gilt vom Quarz, der in solchen Mengen wie die Glimmer allerdings nicht auftritt. Für Eisenkies wurden nur dann Bemerkungen für nöthig befunden, wo er durch seine Menge in's Auge fällt. Der letzte Abschnitt bespricht noch einige weitere interessante Verhältnisse, die in dem Rahmen der anderen Abtheilungen nicht zur Darstellung kommen konnten. Mit besonderer Beachtung wurde das Auftreten von Foraminiferen registrirt und ihre weite Verbreitung dargethan. In derselben Rubrik sind auch die Rollstücke nach ihrer Structur und etwaiger Fossilführung charakterisirt worden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: 41

Autor(en)/Author(s): Liebetrau Edmund

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntniss des Unteren Muschelkalks bei Jena. 717-761